



EDIFÍCIOS ENERGÉTICAMENTE EFICIENTE: OS DESAFIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DE NOVOS EDIFÍCIOS DE SERVIÇO NO BRASIL E EM PORTUGAL

FABIO DE OLIVEIRA SANTOS

novembro de 2019

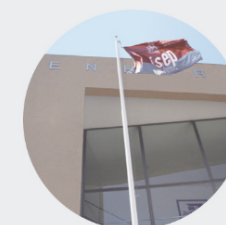
INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO PORTO

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL



INSTITUTO SUPERIOR DE
ENGENHARIA DO PORTO

isep



EDIFÍCIOS ENERGETICAMENTE EFICIENTES: OS DESAFIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DE NOVOS EDIFÍCIOS DE SERVIÇO NÓ BRASIL E EM PORTUGAL

FABIO DE OLIVEIRA SANTOS

Outubro de 2019

isep Instituto Superior de
Engenharia do Porto

EDIFÍCIOS ENERGETICAMENTE EFICIENTES: OS DESAFIOS PARA
IMPLEMENTAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DE NOVOS EDIFÍCIOS DE SERVIÇO NÓ BRASIL E EM PORTUGAL

FABIO DE OLIVEIRA SANTOS
Outubro de 2019

POLITÉCNICO
DO PORTO

Instituto Superior de Engenharia do Porto • Rua Dr. António Bernardino de Almeida, 431 • 4249-015 Porto
Tel. +351 228 340 500 • Fax +351 228 321 159 • mail@isep.ipp.pt • www.isep.ipp.pt

EDIFÍCIOS ENERGETICAMENTE EFICIENTES: OS DESAFIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DE NOVOS EDIFÍCIOS DE SERVIÇO NO BRASIL E EM PORTUGAL

FABIO DE OLIVEIRA SANTOS (1180216)

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL – RAMO DE CONSTRUÇÕES

Orientador: Professor Doutor José Manuel Martins Soares de Sousa

Co-Orientador: Professora Doutora Magda Aparecida Salgueiro Duro (Universidade Presbiteriana Mackenzie)

OUTUBRO DE 2019

ÍNDICE GERAL

Índice Geral	iii
Resumo	v
Abstract	vii
Agradecimentos	ix
Índice de Texto	xi
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xv
Índice de Quadros	xvii
Abreviaturas	xix
CAPÍTULO 1 Introdução.....	1
CAPÍTULO 2 Panorama energético.....	7
CAPÍTULO 3 Certificações.....	17
CAPÍTULO 4 Estudo de Caso.....	49
CAPÍTULO 5 Discussão dos Resultados	63
CAPÍTULO 6 Considerações finais	65
Referências Bibliográficas	69
Anexo I – Especificações dos sistemas de aquecimento	73
Anexo II – Equações para Cálculo do Indicador de Consumo (IC).....	77
Anexo III – Tabelas para cálculo da potência pelo Método das Atividades	81
Anexo IV – Tabelas de verificação de parâmetros limites em equipamentos de condicionamento de ar	87
Anexo V – Relatório de Inspeção do Hotel GJP Linx-Prodigy	97

RESUMO

A preocupação com os impactos causados pelas atividades antrópicas no meio ambiente é oriunda da primeira crise energética mundial, a Crise do petróleo em 1973. Sendo a Construção Civil um dos setores de maior geração de resíduos e interferência no ambiente, além de representar um elevado potencial energético seja em sua execução, operação ou manutenção, as certificações ambientais têm grande importância na aplicação e controle destes impactos. Tendo em vista que o desenvolvimento de um país, de forma geral, está relacionado diretamente ao seu respectivo potencial energético, torna-se essencial observar os valores e buscar alternativas para obter eficiência e otimização energética em cada um dos mais diversos ambientes. Seja no Brasil ou em Portugal, a certificação de eficiência energética em edificações é ainda pouco expressiva, embora seja uma das alternativas de maior impacto tanto para fatores internos (econômico, social, entre outros) a cada um dos países, quanto para os efeitos sobre a qualidade do ambiente. O presente trabalho busca entender melhor os entraves que justificam a baixa adoção de certificações de eficiência energética em ambos os países. Para isso foram estudadas as principais certificações empregadas no Brasil (Procel Edifica) e em Portugal (SBTool), além de feita uma investigação sobre o consumo energético nos últimos anos, sobre as normas e legislações atualmente empregadas juntamente com políticas de incentivo, e um breve levantamento sobre o ciclo de vida das estruturas juntamente com alguns valores envolvidos e ferramentas que potencializam o planejamento e gestão de recursos. E, a partir destas informações, foi possível identificar que questões relacionadas à técnica empregada no processo de avaliação das certificações estudadas, aos custos envolvidos na certificação, às legislações e normas existentes e políticas empregadas em ambos os países apresentam alguns pontos de fragilidade e, assim, tornam-se barreiras para novos edifícios eficientes certificados. Portanto, é necessário atuar justamente sobre estes pontos para obter em maior número estes sistemas em países como Brasil e Portugal.

Palavras-chave: Eficiência energética. Procel Edifica. SBTool.

ABSTRACT

Concern about the impacts caused by anthropogenic activities on the environment comes from the first world energy crisis, the Oil Crisis in 1973. Being Civil Construction one of the sectors of greater generation of waste and interference in the environment, besides representing a high energy, whether in its execution, operation or maintenance, the environmental certifications have great importance in the application and control of these impacts. Given that the development of a country in general is directly related to its respective energy potential, it is essential to observe the values and seek alternatives to obtain energy efficiency and optimization in each of the most diverse environments. Whether in Brazil or Portugal, the certification of energy efficiency in buildings is still not very expressive, although it is one of the alternatives that has the greatest impact both for internal factors (economic, social, among others) for each country, and for the effects on the quality of the environment. The present work seeks to better understand the obstacles that justify the low adoption of energy efficiency certifications in both countries. The main certifications used in Brazil (Procel Edifica) and in Portugal (SBTool) were studied, as well as an investigation on the energy consumption in recent years, on the norms and laws currently used together with incentive policies, and a brief lifecycle survey of the structures along with some involved values and tools that potentiate the planning and management of resources. From this information, it was possible to identify which issues related to the technique used in the evaluation process of the certifications studied, the costs involved in the certification, the existing laws and standards and policies employed in both countries present some fragility points and, thus, become barriers to new, efficient, certified buildings. Therefore, it is necessary to act precisely on these points to obtain in greater number these systems in countries like Brazil and Portugal.

Keywords: Energy efficiency. Procel Edifica. SBTool.

AGRADECIMENTOS

Ao longo de todo o processo acadêmico, tive muitas oportunidades que me permitiram crescimento sob vários aspectos. Foi uma longa caminhada que trouxe muito mais do que apenas provas, trabalhos e apresentações. Esta que veio acompanhada de muitas emoções muito antes de cada resultado. Veio, principalmente, repleta de pessoas muito distintas entre si, as quais levo comigo nas suas palavras, atitudes ou mesmo na amizade, e de vários momentos bons e ruins, que possibilitaram a construção de quem sou hoje. E neste ciclo, que em breve se encerra, certamente tenho que agradecer a importância de muitos que foram de fundamental importância do início ao fim.

Na minha trajetória pelo estágio, início da minha vida profissional, Alberto Hirata, Fernando Infante, Fernando Orellana, Gabriel Minoru, Juliana dos Anjos, Silvana Martins, são alguns dos nomes que destaco e deixo registrada minha gratidão por todo o apoio fornecido, disponibilidade, companheirismo e reconhecimento que recebi de cada um, além de todo o aprendizado que tive. Já na minha trajetória acadêmica, não posso citar todos que contribuíram ao longo desta etapa, afinal são muitos, porém deixo minha gratidão em especial a Celina Midori, Fábio Pinheiro, Felipe Trefiglio, Luísa Bepo, Pablo Herculano, Vinícius Nicelatchi por toda a amizade e apoio.

Durante o intercâmbio, ao longo de um semestre tive a chance de conhecer muitas paisagens diferentes, de aprender e crescer pessoal, profissional e culturalmente em situações diversas e ainda compartilhar momento inesquecíveis com novos amigos e pessoas que jamais teria conhecido, se não fosse este processo. E toda esta história não seria tão especial se não pudesse contar com a cooperação, companhia, atenção e a amizade de Ana Carolina, Anderson Hotta, Anderson Kyn, Carlos Piccoli, Eduardo Miguel, Marco Antônio e Patrícia Sanvito.

Deixo ainda um agradecimento especial, aos professores orientadores, Professora Doutora Magda Aparecida Salgueiro Duro e Professor Doutor José Manuel Martins Soares de Sousa, por me orientar, acompanhar e compartilhar informações importantes na concretização deste trabalho, e de transmitir conceitos e conhecimento pessoais que agregaram pessoalmente.

E, por último, e não menos importante, agradeço à minha família, pelo apoio e motivação aos meus estudos e conquistas. Em especial, meus pais, Dorival e Sônia, que sempre foram meu porto seguro, além de me incentivarem a seguir adiante depois de cada adversidade com seus gestos, palavras e carinho.

ÍNDICE DE TEXTO

CAPÍTULO 1	Introdução.....	1
1.1	Considerações Iniciais	1
1.2	Problema de pesquisa.....	3
1.3	Objetivos	4
1.3.1	Objetivo geral	4
1.3.2	Objetivos específicos	4
1.4	Metodologia.....	4
1.5	Estrutura do trabalho	5
CAPÍTULO 2	Panorama energético.....	7
2.1	Panorama Energético Brasileiro	7
2.2	Panorama Energético Português	11
2.3	Eficiência Energética em Edifícios.....	15
CAPÍTULO 3	Certificações.....	17
3.1	Procel Edifica.....	17
3.1.1	Envoltória.....	23
3.1.2	Sistema de iluminação.....	27
3.1.2.1	Pré-requisitos específicos	28
3.1.3	Determinação da eficiência	29
3.1.4	Sistema de condicionamento de ar	34
3.1.4.1	Processo de avaliação e determinação de eficiência	34
3.2	SBTool	41
3.2.1	Determinação da eficiência	46

CAPÍTULO 4	Estudo de Caso	49
4.1	Hotel GJP Linx-Prodigy	50
4.1.1	Certificação Procel	50
4.1.2	Legislação brasileira	54
4.2	Edifício Solar XXI.....	55
4.2.1	Certificação SBTool-PT	56
4.2.2	Legislação portuguesa	58
4.3	Ciclo de vida e valores envolvidos	59
CAPÍTULO 5	Discussão dos Resultados.....	63
CAPÍTULO 6	Considerações Finais	65
6.1	Fatores internos e a sustentabilidade.....	65
6.2	Metodologias e técnicas	66
6.3	Normatizações, legislações e incentivos.....	66
6.4	Planejamento, ciclo de vida e custos	67
6.5	Desenvolvimentos futuros	68
Referências Bibliográficas.....		65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Identificação da certificação brasileira Procel Edifica.	2
Figura 1.2 – Sistema de certificação portuguesa SBTool ^{PT}	2
Figura 2.1 – Gráficos com estrutura de consumo de eletricidade na rede brasileira, por classe (%).	9
Figura 2.2 – Consumo de energia no Brasil por setor: 1990, 2000, 2010 e 2012.	10
Figura 2.3 – Gráfico de consumo final no Brasil por fonte (%).	11
Figura 3.1 – Níveis de eficiência.	17
Figura 3.2 – ENCE Geral de projeto.	18
Figura 3.3 – ENCE Geral de edifício construído.	18
Figura 3.4 – ENCE Parcial da Envoltória.....	19
Figura 3.5 – ENCE Parcial da Envoltória e Iluminação.	19
Figura 3.6 – ENCE Parcial da Envoltória e Condicionamento de Ar.	19
Figura 3.7 – Zoneamento bioclimático brasileiro.....	24
Figura 3.8 – Agrupamento das Zonas Bioclimáticas na aplicação das expressões de cálculo de IC.	27
Figura 3.9 – Área entre o plano iluminante e o plano de trabalho em destaque (verde).	33
Figura 3.10 – Fluxograma de atendimento dos pré-requisitos para classificação A de eficiência.....	35
Figura 3.11 – Fluxograma de controle de temperatura dos sistemas de condicionamento de ar.	36
Figura 3.12 – Automatização do sistema de condicionamento de ar.....	37
Figura 3.13 – Procedimentos para verificação do sistema de isolamento de zonas.	38
Figura 3.14 – Verificações de requisitos de ventilação dos ambientes condicionados.	39
Figura 3.15 – Verificações no sistema hidráulico pertencente ao sistema de condicionamento de ar.....	40
Figura 3.16 – Verificação de sistemas de rejeição de calor no condicionamento de ar.	41
Figura 3.17 – Aspecto geral da certificação SBToolPT.	45

Figura 4.1 – Parte frontal do Hotel GJP Linx-Prodigy	50
Figura 4.2 – ENCE Geral o Hotel GJP Linx-Prodigy.....	51
Figura 4.3 – Potência instalada para cada atividade principal.	52
Figura 4.4 – Equivalente numérico obtido pelo Sistema de Condicionamento de Ar.....	53
Figura 4.5 – Marcos legislativos em relação às certificações de eficiência em edificações.....	54
Figura 4.6 – Fachada principal do edifício Solar XXI.....	56
Figura 4.7 – Classificação final por categoria do Edifício Solar XXI.....	58
Figura 4.8 – Curva de MacLeamy.....	60

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Elasticidade-renda do consumo de energia elétrica.....	8
Tabela 2.2 – SIN e Subsistemas: demanda máxima instantânea (MW).....	8
Tabela 4.1– Valores dos Indicadores de Eficiência Energética necessários para o cálculo de P7 e P8.....	57
Tabela 4.2 – Resumo dos resultados obtidos na categoria C3 (Eficiência Energética).	57

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Evolução da elasticidade-renda do consumo de eletricidade.....	7
Quadro 2.2 – Gráfico de evolução da dependência portuguesa de recursos energéticos.	12
Quadro 2.3 – Consumo energético dividido entre as fontes principais de Portugal (GWh).....	12
Quadro 2.4 – Divisão entre fontes de energia renovável na produção de energia elétrica em Portugal...	13
Quadro 2.5 – Consumo energético em Portugal dividido em setores.	14
Quadro 3.1 – Combinações de métodos de avaliação para obtenção de classificação geral.....	20
Quadro 3.2 – Equivalente numérico para cada nível de eficiência (EqNum).....	20
Quadro 3.3 – Classificação Geral.....	21
Quadro 3.4 – Resumo dos pré-requisitos gerais exigidos na obtenção de classificação geral níveis A, B ou C.....	22
Quadro 3.5 – Síntese dos pré-requisitos específicos da envoltória.	24
Quadro 3.6 – Resumo de valores e características para classificação entre níveis A e D em relação à transmitância térmica da envoltória.	25
Quadro 3.7 – Resumo das características necessárias para obtenção de classificação A ou B de eficiência em relação à Envoltória.....	25
Quadro 3.8 – Limites dos intervalos dos níveis de eficiência.....	27
Quadro 3.9 – Relação entre pré-requisitos e níveis de eficiência.....	28
Quadro 3.10 – Relação entre áreas de ambientes e áreas de controle independente de iluminação.....	28
Quadro 3.11 – Limite máximo de DPIL para nível de eficiência pretendido.....	31
Quadro 3.12 – Limite de potência dos ventiladores.	38
Quadro 3.13 – Dimensões, categorias e parâmetros utilizados pela metodologia SBTool ^{PT}	42
Quadro 3.14 – Escala de classificação de um parâmetro.....	43
Quadro 4.1 – Parâmetros de entrada no cálculo do IC.	52

Quadro 4.2 – Sistemas de condicionamento de ar.	53
--	----

ABREVIATURAS

AHS – Ângulo Horizontal de Sombreamento

AHRI – *Air Conditioning, Heating and Refrigeration Institute*

ANSI – *American National Standards Institute*

ASHRAE – *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*

AVS – Ângulo Vertical de Sombreamento

AQUA – Alta Qualidade Ambiental

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CETEM – Centro de Tecnologia Mineral

CIE – *International Commission on Illumination* ou Comissão Internacional em Iluminação

CMA – Comissão de Meio Ambiente

COP – *Coefficient of Performance* ou Coeficiente de Performance ou Desempenho

COV – Compostos orgânicos voláteis

DGEG – Direção-Geral de Energia e Geologia

DPIL – Densidade de Potência de Iluminação Limite

ENCE – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia

EPA - *Environmental Protection Agency*

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

FER – Fontes de Energia Renovável

FS – Fator Solar

FIT – *Feed-in Tariffs*

IC – Indicador de Consumo

ABREVIATURAS

IEE – Indicador de Eficiência Energética

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

ISO – *International Organization for Standardization* ou Organização Internacional para Padronização

LEED – *Leadership in Energy and Environmental Design*

NBR – Norma Técnica Brasileira

NZEB – *Nearly Zero Energy Buildings*

PAFT – Percentual de Abertura na Fachada Total

PAZ – Percentagem de Abertura Zenital

PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem

PNAEE – Programa Nacional de Ação para Eficiência Energética

PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

RAC – Requisitos de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de edificações

RCR – *Room Cavity Ratio*

RECS – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços

REH – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação

RTQ-C – Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos

SBTOOL – *Sustainable Building Tool*

SCE – Sistema de Certificação Energética dos Edifícios

SIN – Sistema Interligado Nacional

TRACI - *Tool of Reduction and Assessment of Chemicals and Others Environmental Impacts*

UE – União Europeia

ZB – Zona Bioclimática

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A certificação ambiental e de eficiência energética de edificações pelo mundo começou a ser feita depois da primeira Crise do Petróleo, em 1973, quando houve preocupação com fontes alternativas de energia e com os impactos no meio ambiente, de acordo com Marques e Soares (2013). No Brasil, na década de 2000, surgiram as primeiras classificações de eficiência energética, fornecidas por instituições externas, como o LEED e o AQUA-HQE, de acordo com Billerbeck (2015).

A instalação crescente desses edifícios a partir da década de 2000, principalmente na Europa, e em outras parte do mundo, obrigou a existência de uma regulamentação, por meio de institutos e normas próprias, que conduzissem a implantação desse sistema de forma a se garantir a otimização energética do edifício, de acordo com Rezende (2014). Segundo Coto (2016), a obrigatoriedade de se ter edifícios energeticamente eficientes e, principalmente, a imposição de normas e leis que devem ser cumpridas em um prazo relativamente curto (10 anos, em média) em alguns países, como Portugal e Alemanha, reflete o grau de preocupação ambiental.

Atualmente no Brasil, existem alguns selos nacionais sendo empregados em diferentes edificações, sendo o mais importante o selo Procel Edifica. Segundo Perrone (2013), o Procel Edifica (Figura 1.1) foi instituído em 2013 pela ELETROBRAS/PROCEL, com o objetivo de incentivar a conservação e o uso eficiente dos recursos naturais nas edificações, reduzindo os desperdícios e o impacto no meio ambiente. O lançamento do selo ocorreu em 2009, avaliando apenas edifícios comerciais e de serviços. Em 2010, foi lançado o selo que avalia residências e edificações multifamiliares. A obrigatoriedade de certificação de edifícios públicos novos (sejam estes construídos ou reformados) ocorreu somente em 2014, sendo portanto, um intervalo de tempo curto de aplicação, o que dificulta, de certa forma, a maior adoção da certificação e controle da demanda energética nas edificações.



Figura 1.1 – Identificação da certificação brasileira Procel Edifica.

Fonte: CETEM (2012).

Já em Portugal, desde 2003, por meio de diretrizes estipuladas pela União Europeia, vem se desenvolvendo modelos de certificação de eficiência energética. De acordo com o relatório do DGEG (2014), desde 2013, com a aprovação do Decreto-Lei nº 118/2013, de 20 de agosto, entrou em vigor o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), que passou a regulamentar de forma a se ter um regime próprio para o desempenho energético dos edifícios de habitações e os edifícios de comércio e serviços, nomeadamente REH e RECS. A partir deste ponto, todos os edifícios, com qualquer selo de eficiência energética, no território português precisam apresentar anteriormente aprovação pelo regulamento específico segundo a sua tipologia. O SBTool-PT (Figura 1.2) é uma ferramenta de análise de sustentabilidade e eficiência energética adotada por todo território português. Trata-se de uma certificação de caráter voluntário, e vem sendo aplicada nos empreendimentos como uma forma de auxiliar no alcance de otimização dos locais com relação ao aproveitamento das características do ambiente como forma de reduzir o consumo energético, além de fornecer ao usuário maior conforto.



Figura 1.2 – Sistema de certificação portuguesa SBTool^{PT}.

Fonte: Escrita Digital (2017).

A particularidade do Brasil de possuir em seu território uma extensa rede hidrográfica, diferentemente de muitos países, promove uma matriz de energia elétrica predominantemente hidroelétrica, e a oferta de energia fica sujeita, basicamente, a regularidade pluviométrica anual. Apesar deste sistema ser considerado um meio renovável de geração elétrica, seu impacto, pela construção das usinas hidroelétricas, é considerável: áreas extensas são desapropriadas e inundadas nas proximidades dos

reservatórios, realocação da população local e da fauna, entre outras consequências. O investimento no setor hidroelétrico para melhorias na geração, distribuição e transmissão de energia é importante para o desenvolvimento do país, assim como nos outros setores, principalmente no que tange a fontes renováveis.

O grande problema do sistema hidroelétrico é a dependência de regularidade de chuvas ao longo do ano, segundo Moraes (2015). Recentemente, entre os anos de 2015 e 2016, o Brasil apresentou um extenso período de estiagem, o que gerou impacto direto nos reservatórios das principais usinas e, por consequência, diminuição do nível de geração de energia por este sistema e aumento da geração por outros meios (como as termoeletricas) na tentativa de se manter a oferta energética. Uma alternativa para reduzir esta dependência sem a necessidade de grandes obras e, assim, aumentar a oferta de energia seria a implantação de mais edifícios energeticamente eficientes pelo território nacional.

No Brasil e em Portugal, a adesão aos edifícios energeticamente eficientes ainda é pouco expressiva numericamente. De forma geral, existem poucas políticas de incentivo no âmbito nacional, são feitos poucos estudos prévios que apontariam as vantagens e desvantagens reais na certificação de obras por algumas das certificações empregadas nacionalmente, além da dificuldade de compatibilizar nacionalmente normas e métodos empregados nas diversas certificações, dado a extensão territorial e geográfica do Brasil. As características técnicas nos processos de certificação, as normatizações e valores envolvidos foram estudadas de maneira a contribuir para um maior número de certificações no país de uma forma sustentável, ou seja, com preocupação ambiental, social e econômica.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Diante da necessidade de investimento em sistemas de eficiência energética, seja pela simples ampliação de alternativas de geração de energia, como no caso do Brasil, seja por imposição de países do mesmo grupo econômico (União Europeia) como no caso de Portugal, o que se observa é que ainda é pouco expressivo o desenvolvimento destes sistemas.

As principais certificações de eficiência energética empregadas em ambos os países (Procel e SBTool^{PT}) são de caráter opcional, servindo apenas de auxílio no controle energético das edificações, quando solicitadas. E isso ocorre provavelmente pela falta de investimentos em pesquisas sobre o assunto, tendo em vista o pequeno número de informações técnico-científicas disponíveis necessárias para o levantamento de comparativos entre edificações com e sem certificação de eficiência energética ou que possibilitem tornar mais claras as vantagens da adoção de sistemas eficientes.

É necessário entender a ligação entre as políticas empregadas para incentivo e desenvolvimento do setor e a evolução dos processos de certificação – tendo em vista as diferenças geográficas existentes,

principalmente em relação ao Brasil com extensão territorial bastante grande – para garantir ações que tenham maior sucesso de compatibilização e validade nacional em cada caso. Além disso, é necessário entender e tornar mais claro o processo de cada certificação, buscando informações para obter melhores edificações tanto em relação ao impacto sobre o ambiente quanto em relação ao conforto dos usuários.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Identificar os desafios do Brasil e de Portugal para instalação de sistemas energeticamente eficientes em edifícios.

1.3.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral do trabalho é necessário:

- avaliar o consumo energético em ambos os países (Brasil e Portugal);
- analisar tecnicamente os processos de certificação Procel Edifica e SBTTool para o desempenho energético;
- analisar as normatizações e legislações, juntamente com políticas de incentivo empregadas para a construção e/ou manutenção de edifícios tanto no Brasil quanto em Portugal e
- estudar a relação entre o ciclo de vida das estruturas, os valores envolvidos e o planejamento a longo prazo.

1.4 METODOLOGIA

O presente trabalho, por intermédio de uma revisão bibliográfica realizada sob artigos científicos, dissertações acadêmicas, manuais e guias práticos e documentos normativos nacionais e internacionais, foi em busca de satisfazer a pesquisa teórica, criando uma base de informações necessárias ao entendimento de conceitos e procedimentos relativos às principais certificações empregadas no Brasil (Procel) e Portugal (SBTool) em se tratando de eficiência energética.

Além disso, procurou-se ter o conhecimento do comportamento energético em cada país, ou seja, saber em maiores detalhes como se encontra a relação entre oferta e demanda energética entre os principais setores de cada país, focando nas edificações. Dessa forma, foi feita uma análise da evolução do consumo energético, traçada a partir de documentos com dados nacionais dos últimos anos (década de 2010).

Com o estudo de caso, procurou-se tornar mais clara a técnica empregada em cada certificação, com a descrição sucinta dos processos de avaliação, apresentação de seus resultados, bem como o levantamento das principais normas e políticas empregadas em cada país e análise do ciclo de vida de forma a esclarecer o desenvolvimento de sistemas energeticamente eficiente e seus benefícios com relação a durabilidade e conforto fornecido aos usuários.

Com os conceitos e processos melhor assimilados e tendo conhecimento do comportamento energético do Brasil e de Portugal, traçam-se as relações existentes entre eficiência energética e as certificações com os aspectos técnicos, econômicos, políticos e normativos identificando os principais fatores que se tornam entraves na implementação de novos edifícios com sistemas eficientes e alcançando, assim, o objetivo geral.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho foi desenvolvido de forma que seu conteúdo está distribuído em seis capítulos e conforme é explicitado nos parágrafos a seguir.

No Capítulo 1 é apresentada uma contextualização e introdução à pesquisa abordando sobre os caminhos traçados até a prática da certificação de eficiência energética nos edifícios de maneira geral. Neste capítulo ainda são apresentados os objetivos (geral e específicos), o problema de pesquisa e a metodologia desenvolvida.

No Capítulo 2 é realizada uma revisão da literatura com análise feita sobre um panorama energético no Brasil e em Portugal, traçada a partir de documentos oficiais e análises técnico-científicas sobre a situação atual e futura em relação ao consumo de energia.

No Capítulo 3 são apresentadas as certificações juntamente com seus processos de avaliação das principais certificações de eficiência energética no Brasil e em Portugal.

No Capítulo 4 está descrita a parte prática com estudo de edifícios de serviço, com certificação de eficiência energética, que estão localizados em diferentes países, a saber, Brasil e Portugal. Neste estudo são apresentadas as características dos edifícios, juntamente com um resumo do processo de certificação, os respectivos resultados. Além disso, são apresentados os principais pontos da legislação de cada país e uma análise sobre o ciclo de vida, custos envolvidos e as relações diretas com o processo de certificação.

No Capítulo 5 é apresentada uma análise sobre os dados apresentados na seção anterior. E a partir dela, traçadas conclusões e identificados os fatores relacionados aos motivos que se apresentam como impasses na adoção de novas certificações de eficiência energética.

CAPÍTULO 1

E no Capítulo 6 são feitas as considerações finais com base na pesquisa realizada e nos resultados obtidos com o estudo de caso. Apresentam-se ainda recomendações para pesquisas futuras, buscando fomentar soluções e ampliar o número de certificações empregadas.

CAPÍTULO 2

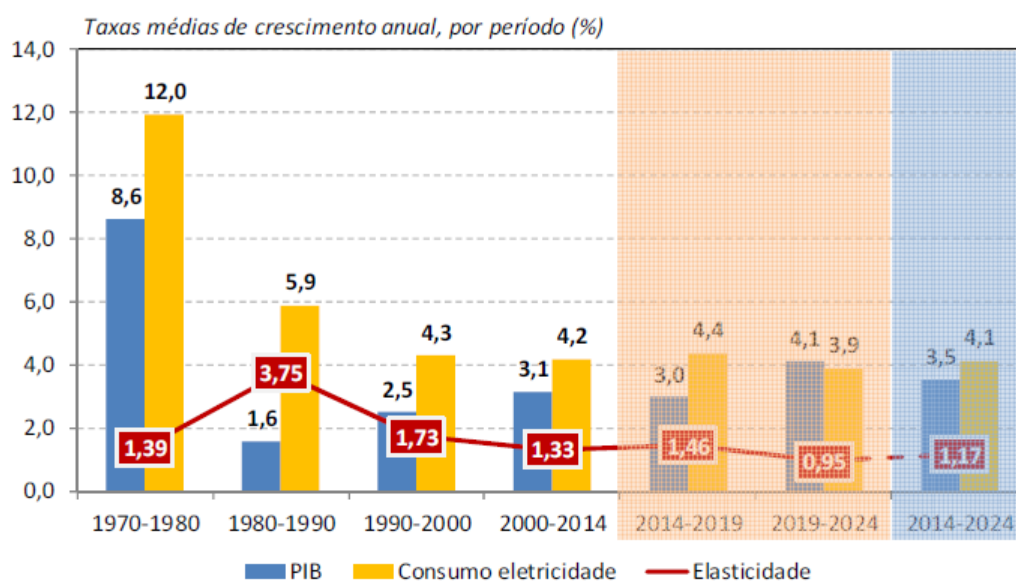
PANORAMA ENERGÉTICO

Devido a necessidade de se compreender melhor como se dá o consumo energético brasileiro e português nos últimos anos, são feitas as explanações em cada caso de acordo com os relatórios e documentos técnico-científico levantados.

2.1 PANORAMA ENERGÉTICO BRASILEIRO

De acordo com relatório da Empresa de Pesquisa Energética, EPE (2014), a relação entre sucesso econômico e consumo energético são intrínsecos. O consumo energético no Brasil vem crescendo juntamente com o ritmo econômico, que se apresentou bastante acelerado nos últimos anos, como mostrado no Quadro 2.1. Apesar de, atualmente (desde 2015), apresentar-se dentro de um quadro de recessão econômica e que, portanto, o consumo, sob vários aspectos, incluindo o energético, deve manter-se praticamente no mesmo nível, a oferta e a demanda de energia no país estão em seu estado limite.

Quadro 2.1 – Evolução da elasticidade-renda do consumo de eletricidade.



Notas: (1) Elasticidade-renda trata-se da relação existente entre renda média e o consumo energético no período; (2) O consumo de eletricidade considera autoprodução.

Fonte: EPE (2014).

Segundo projeções da Empresa de Pesquisa Energética, EPE (2015 a), ligada ao Ministério de Minas e Energia, Governo Federal (brasileiro), no período considerado (2014-2024), haverá um crescimento em torno de 4% da demanda e, também, do consumo energéticos, conforme dados apresentados na Tabela 2.1 e Tabela 2.2. Em números, em 2014, a demanda nacional era da ordem de 87.000 MW, de acordo com a Tabela 2.1, e o consumo, de 474.000 GWh; em 2024, a demanda será de 125.000 MWs, enquanto que o consumo estará em torno de 693.000 GWh.

Tabela 2.1 – Elasticidade-renda do consumo de energia elétrica.

Ano	Consumo (TWh)	PIB (10 ⁹ R\$ 2010)	Intensidade (kWh/R\$ 2010)
2014	525	4.019	0,131
2019	650	4.653	0,140
2024	786	5.688	0,138
Período	Consumo (Δ% a.a.)	PIB (Δ% a.a.)	Elasticidade
2014-2019	4,4	3,0	1,46
2019-2024	3,9	4,1	0,95
2014-2024	4,1	3,5	1,17

Notas: (1) O consumo de energia elétrica inclui autoprodução; (2) Para 2014, foram consideradas estimativas preliminares do PIB e do consumo de energia elétrica.

Fonte: EPE (2015 a).

Tabela 2.2 – SIN e Subsistemas: demanda máxima instantânea (MW).

	Subsistema				Sistema		
	Norte	Nordeste	Sudeste/CO	Sul	N/NE	S/SE/CO	SIN
2014	6.238	12.394	51.906	18.15	18.377	69.891	87.045
2015	6.627	12.841	53.071	18.521	19.427	71.223	89.908
2016	6.977	13.332	54.946	18.949	20.252	73.407	92.960
2017	7.341	13.910	56.927	19.385	21.205	75.697	96.337
2018	7.870	14.548	59.434	19.850	22.369	78.539	100.313
2019	8.261	15.116	61.777	20.320	23.326	81.203	103.909
2020	8.652	15.777	64.355	21.091	24.377	84.522	108.260
2021	8.859	16.517	66.782	21.871	25.314	87.696	112.350

2022	9.103	17.175	69.284	22.682	26.211	90.975	116.496
2023	9.342	17.855	71.992	23.525	27.124	94.491	120.892
2024	9.608	18.567	74.595	24.395	28.096	97.925	125.270
Período	Variação (% ao ano)						
2014-2019	5,8	4,1	3,5	2,3	4,9	3,0	3,6
2019-2024	3,1	4,2	3,8	3,7	3,8	3,8	3,8
2014-2024	4,4	4,1	3,7	3,0	4,3	3,4	3,7

Nota: (1) SIN – Sistema Integrado Nacional

Fonte: EPE (2015 a).

Ainda sobre o mesmo relatório, por meio de gráficos, mostrou-se que o percentual do consumo elétrico é maior para o setor industrial (tanto em 2014 como em 2024, por projeção), mas o consumo dos setores residencial e comercial, que já possuem expressiva representação no sistema nacional, chegará a representar mais de 50% de consumo elétrico, em 2024 se somados, como mostra a Figura 2.1.

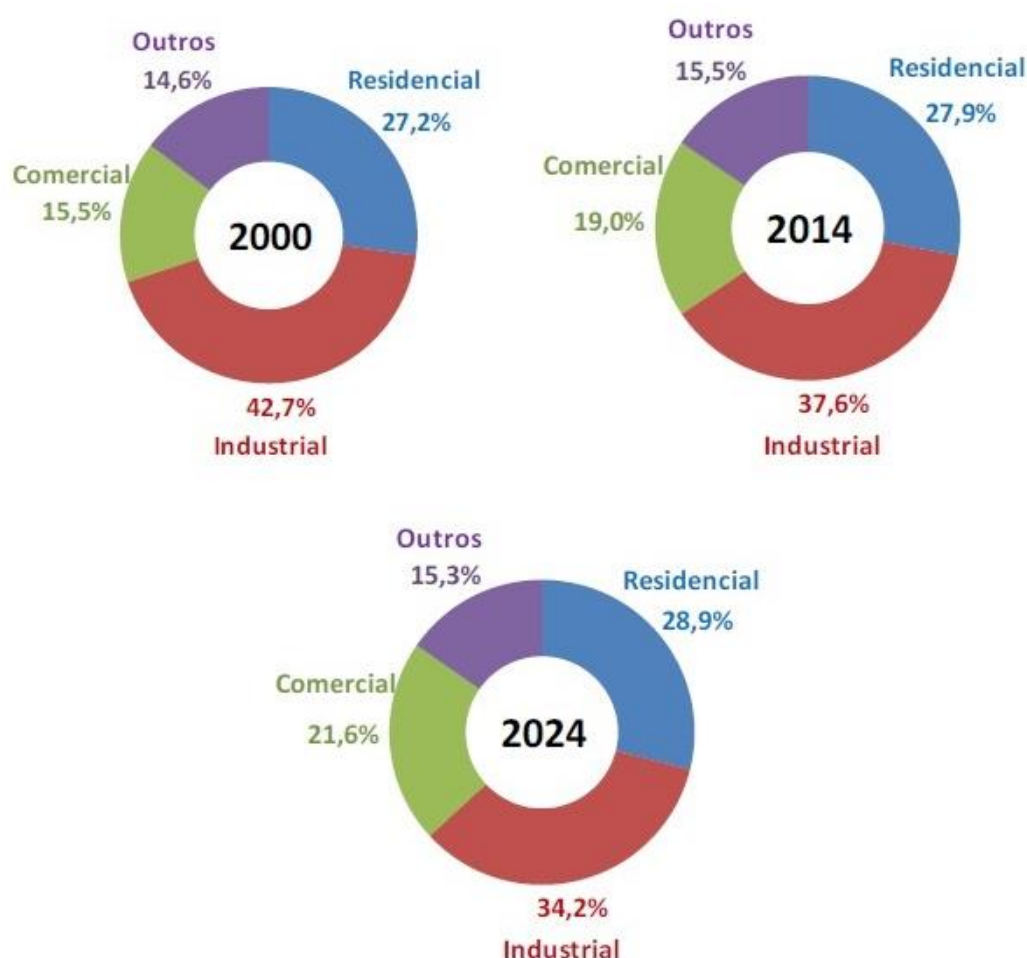


Figura 2.1 – Gráficos com estrutura de consumo de eletricidade na rede brasileira, por classe (%).

Fonte: EPE (2015 a).

A Figura 2.2 mostra como se deu a evolução do consumo energético, ao longo das últimas três décadas, entre os setores. A Indústria, com o maior valor percentual, mostrou-se praticamente estagnada, enquanto o setor de Transportes, que possui a segunda maior relevância percentual neste período analisado, teve maior crescimento percentual juntamente com o aumento do poder aquisitivo da população e do crescimento econômico que o país apresentou.

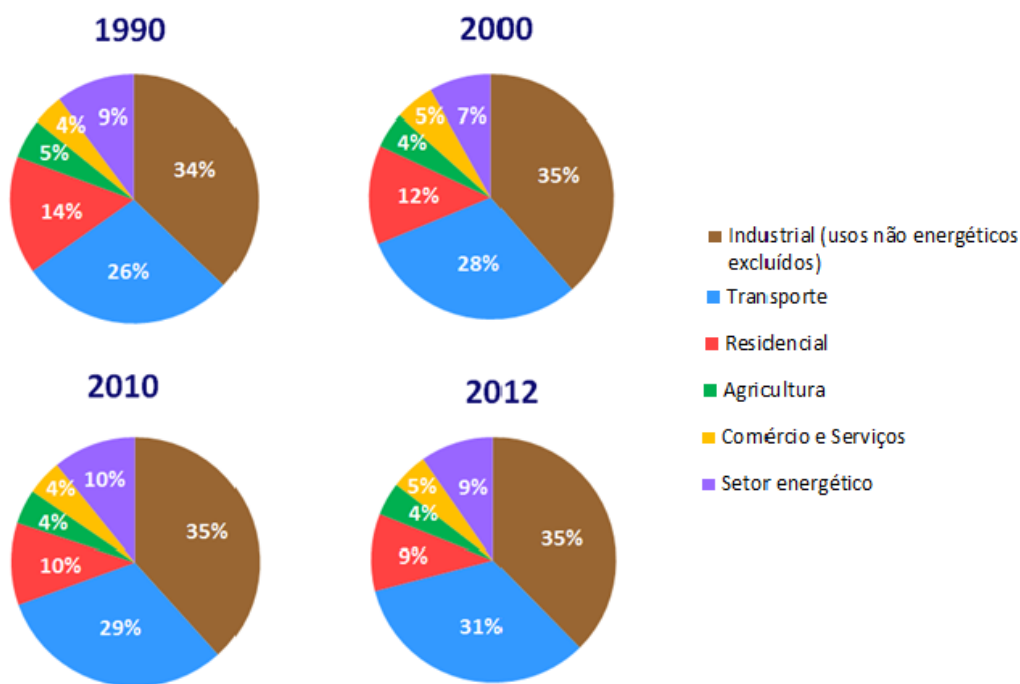


Figura 2.2 – Consumo de energia no Brasil por setor: 1990, 2000, 2010 e 2012.

Fonte: EPE (2015 b).

Por fim, segundo dados obtidos pelo relatório final do EPE (2015 b), o comportamento de consumo energético no país vem se modificando ao longo dos últimos anos. Observa-se que desde a década de 1970, novas fontes energéticas vêm ganhando espaço, tais como o álcool e a biomassa (bagaço de cana), e acabam por reiterar a ideia de busca por fontes alternativas pós Crise do Petróleo, a partir de 1973. A Figura 2.3 exibe esta mudança mostrando uma tendência crescente de fontes diversas de geração de energia, incluindo as renováveis, como a energia solar e eólica por exemplo, apesar da expressividade do petróleo ao longo do período.

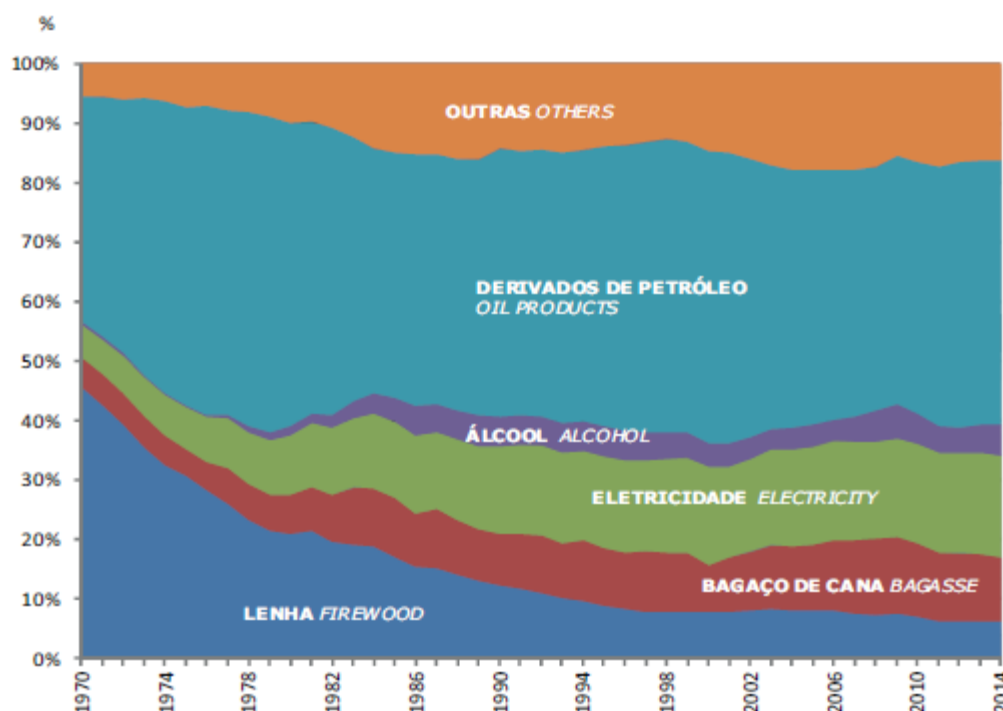


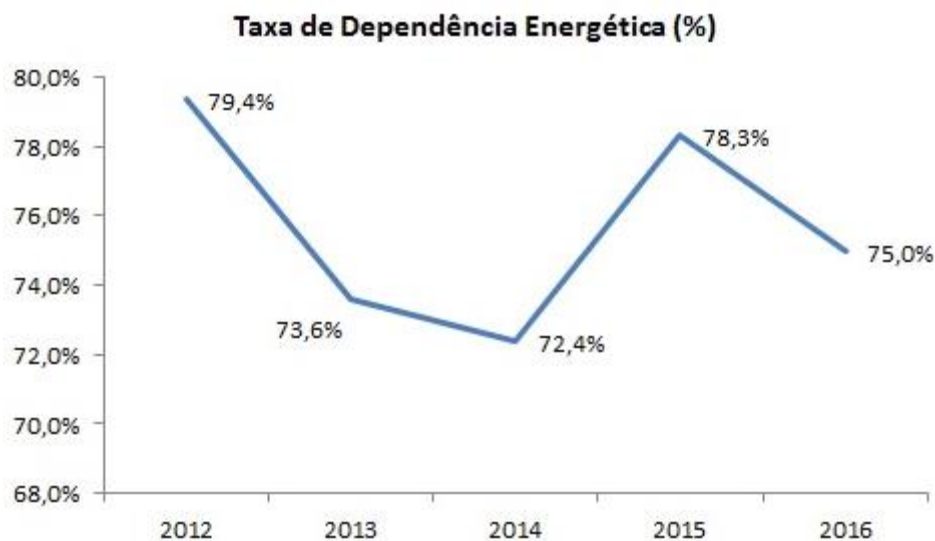
Figura 2.3 – Gráfico de consumo final no Brasil por fonte (%).

Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2015 b).

2.2 PANORAMA ENERGÉTICO PORTUGUÊS

Em Portugal, por ser um país de recursos energéticos fósseis endógenos escassos (petróleo, carvão e gás natural), existe uma grande dependência energética externa, chegando a 78,3% em 2015, contrariamente a sequência dos anos anteriores devido sobretudo ao aumento da importação de carvão e gás natural resultante do aumento do consumo no setor eletroprodutor, de acordo com dados divulgados por um relatório da Direção-Geral de Energia e Geologia, DGEG (2016), e conforme ilustra o Quadro 2.2.

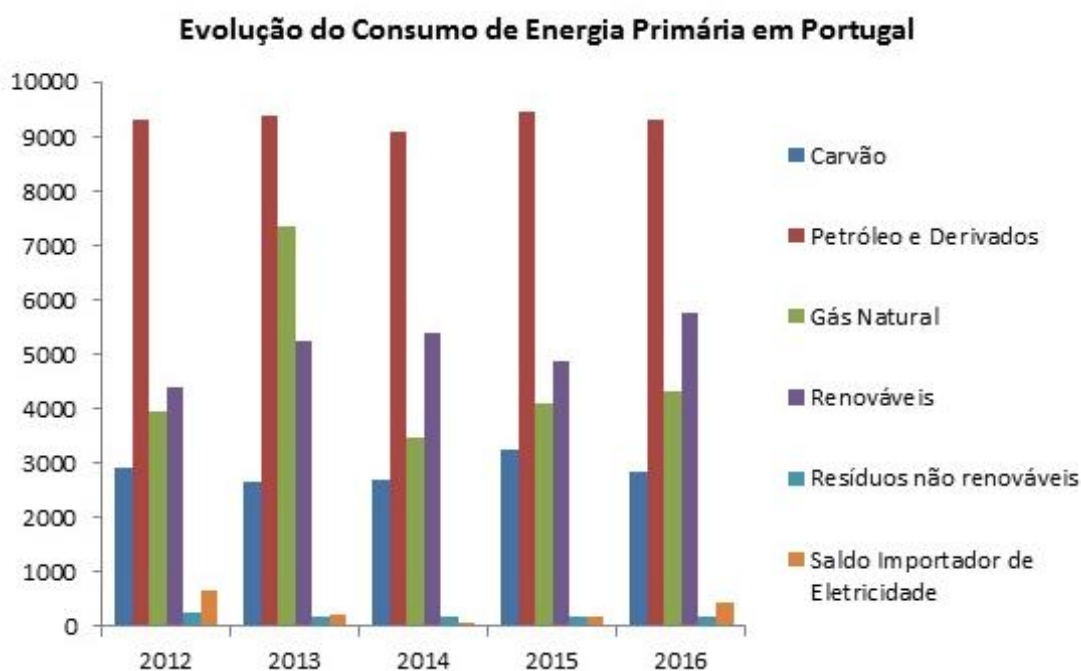
Quadro 2.2 – Gráfico de evolução da dependência portuguesa de recursos energéticos.



Fonte: DGEG (2016).

Com isso, tornou-se mais do que importante a preocupação em formas de aumentar a utilização de recursos renováveis e o investimento em eficiência energética das estruturas como um todo. As informações contidas no Quadro 2.3, segundo os dados do DGEG (2016), entre o período de 2012 a 2016, tem-se os dados de consumo de energia primária

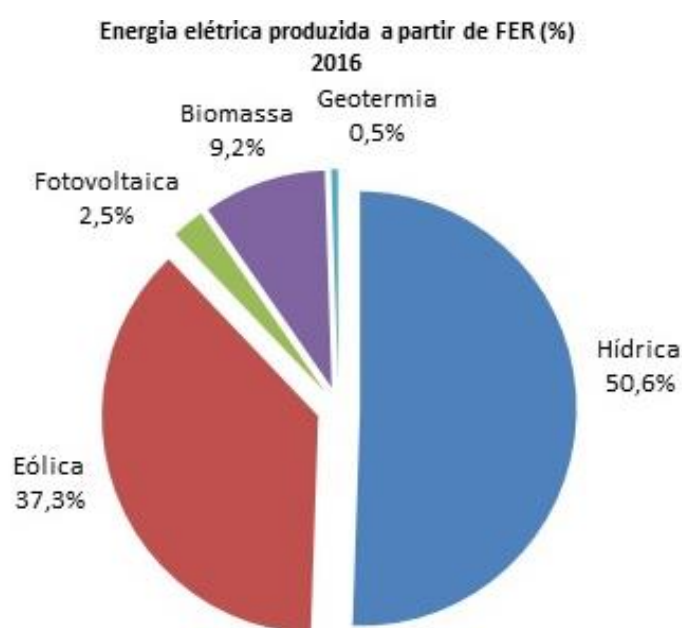
Quadro 2.3 – Consumo energético dividido entre as fontes principais de Portugal (GWh).



Fonte: DGEG (2016).

Segundo a mesma fonte (Direção-Geral de Energia e Geologia, 2016), em 2016 as principais fontes energéticas em Portugal, petróleo e gás natural, representaram respectivamente 42,8% e 19,8% do consumo total. Concomitantemente, o contributo das fontes renováveis no consumo total de energia primária foi de 26,3%, o que representou a produção de 53.448 GWh de energia elétrica – números bastante expressivos no total. O Quadro 2.4 mostra a divisão entre as fontes renováveis de produção de energia elétrica em 2016.

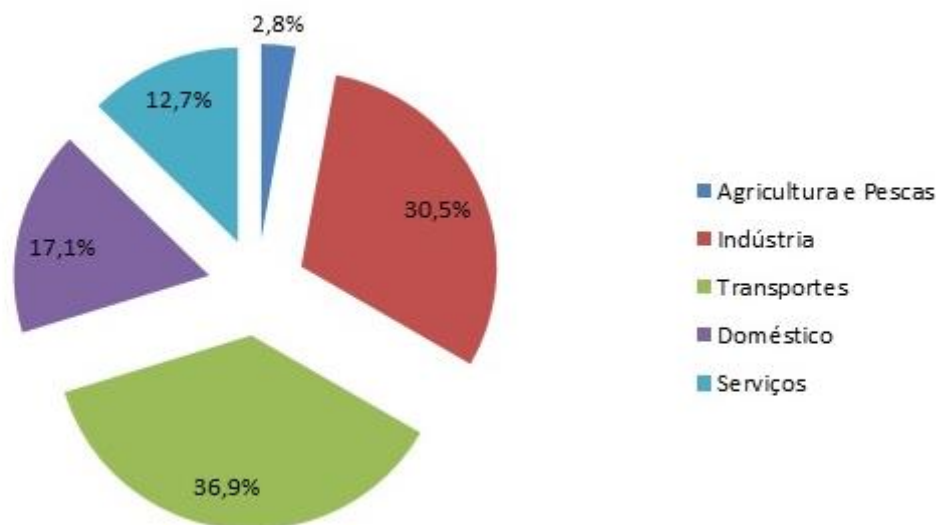
Quadro 2.4 -Divisão entre fontes de energia renovável na produção de energia elétrica em Portugal.



Fonte: DGEG (2016).

Em 2016, o consumo de produtos derivados de petróleo representou 48,2 %, apesar do registro de queda do consumo de petróleo de 1,9 %, de 1,0 % no de gás natural, e um aumento de 1,2 % na eletricidade em relação aos dados do ano anterior. O Quadro 2.5 exhibe a distribuição do consumo energético em setores no ano de 2016.

Quadro 2.5 – Consumo energético em Portugal dividido em setores.



Fonte: DGEG (2016).

Diferentemente do Brasil, o setor de Transportes mostra-se com maior representatividade (36,9 %), seguido da Indústria (30,5 %), Doméstico (17,1 %), Serviços (12,7 %) e Agricultura e Pescas (2,8 %).

2.3 COMPARATIVO ENTRE PANORAMAS

Após a apresentação destes dados e informações a respeito de consumo e demanda energéticos de ambos os países, nomeadamente Brasil e Portugal, infere-se que apesar das particularidades geográficas de cada país, como por exemplo a extensão territorial ou a disponibilidade de combustíveis fósseis, e as diferenças de população e economia, ambos procuram solucionar a mesma questão: a crescente demanda energética prevista para os próximos anos.

Enquanto que o destaque para o consumo energético brasileiro fica com o setor industrial, nos últimos anos e também para a próxima década (2015 – 2024), para os portugueses, o setor de transportes é o destaque. Por outro lado, para os dois países a crescente demanda porcentual dos setores doméstico e de serviços é um movimento comum e merece atenção nos próximos anos, já que se somados estes setores apresentam uma expressiva participação porcentual do consumo final de energia.

Com relação ao escopo traçado pelos países na questão de oferta energética, de acordo com todas as informações e os dados apresentados, Portugal, na tentativa de reduzir a taxa de dependência aumentando a eficiência de seus sistemas em geral, apresenta-se a frente do Brasil atuando internamente e trabalhando de forma a permitir que forneça infraestrutura capaz de suprir as necessidades internas. Ao longo desta última década, o Brasil pouco diversificou nos investimentos em alternativas de fontes

energéticas, priorizando o uso de petróleo e seus derivados e eletricidade a partir de usinas hidrelétricas (majoritariamente).

Portanto, apesar das singularidades apresentadas, Brasil e Portugal têm um fator em comum: a necessidade de investimento em novas formas de geração de energia. Com o fortalecimento de suas economias e a crescente demanda seja da população maior, seja dos diversos setores, o investimento na oferta energética é algo certo a ser desenvolvido nos próximos anos.

2.4 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFÍCIOS

Além dos aspectos da parte econômica, vale ressaltar os aspectos ambientais. Diversas nações fazem um grande esforço na tentativa de diminuir os efeitos provocados ao meio ambiente devido às atividades humanas, principalmente nas últimas décadas, conforme Amaral (2013). Dentre as muitas ações a serem tomadas para amenizar os efeitos climáticos, está a normatização de sistemas de eficiência energética e instalação de edifícios energeticamente eficientes. Esses edifícios possuem estruturas voltadas para o aproveitamento dos fatores climáticos externos para iluminação, ventilação e controle de temperatura, por exemplo, o que garantiria um alto nível de economia de energia da edificação, proporcionando de forma geral menores índices de consumo energético no sistema, integrando estas construções e provocando interferência ao ambiente de forma reduzida.

No Brasil, ainda são poucos os edifícios considerados energeticamente eficientes. Segundo um levantamento feito em 2013 pelo Portal Brasil Engenharia, existiam 301 prédios verdes, com algum tipo de sistema eficiente tal como reaproveitamento de água pluvial, uso de iluminação natural, utilização de energia solar para aquecimento ou fornecimento de eletricidade. E deste número, somente o estado de São Paulo tinha 60% das certificações LEED e 41% da AQUA (duas das principais certificações existentes e utilizadas nacionalmente), concentrando a maioria das edificações eficientes. A falta de uma legislação mais rígida, já adotada em alguns países da Europa como em Portugal, torna mais complicada a aplicação desses sistemas, já que não existe a obrigatoriedade de instalação destes sistemas eficientes nas edificações.

Seguindo o Acordo de Paris, Organização das Nações Unidas (2015), e principalmente às diretivas de eficiência energética estipuladas pela União Europeia (UE) aos seus Estados-Membros, Portugal vem estabelecendo metas, e seguindo limites de consumo diretamente voltados a favor do meio ambiente, incentivando e ampliando o uso de sistemas de eficiência energética e diminuindo a utilização de produtos derivados de petróleo principalmente na produção de energia elétrica, conforme o Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética, PNAEE (PORTUGAL, 2017). Com o aumento de investimentos na área de eficiência energética, espera-se que o país atinja as metas estabelecidas pelas diretivas da UE para

2020, sendo uma delas o estabelecimento de um mínimo de 20% de eficiência dos sistemas atuais. Embora o cenário de certificações de eficiência em edifícios seja pouco expressivo, considerando o principal selo nacional SBTtool^{PT}, existe a obrigatoriedade de se estabelecer um certo nível de eficiência nas edificações de maneira geral.

Além disso, o custo de implantação de sistemas eficientes que, de forma geral, costuma ser relativamente elevado, somado ao quadro atual econômico brasileiro, acabam dificultando ainda mais a construção de prédios eficientes. O site GuiaCasaEficiente.com reitera o que foi dito afirmando que “(...) É certo que algumas medidas de eficiência energética não têm custos (correta orientação dos edifícios em relação ao sol, ou às brisas, por exemplo), mas há determinados melhoramentos térmicos - níveis superiores de isolamento, janelas e portas altamente eficientes – que vão tornar os custos de construção mais elevados (...)”.

Segundo um levantamento desenvolvido pela Comissão de Meio Ambiente da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CMA/CBIC), na Alemanha, por exemplo, a forte política de tarifas fixas – Feed-in Tariffs (FIT) – e de incentivos para estimular a instalação de equipamentos fotovoltaicos de captação em residências particulares e empresas fez com que o país tivesse uma verdadeira revolução com relação a produção, transmissão e consumo de energias geradas por fontes sustentáveis, principalmente de fonte solar. Com esta política do governo alemão, o país atualmente é responsável por cerca de 35% da produção mundial desse tipo específico de energia, e algumas cidades e vilarejos já conseguem lançar o excesso de energia no sistema, reduzindo, assim, os custos com consumo e o impacto no meio ambiente.

CAPÍTULO 3

CERTIFICAÇÕES

Na sequência são apresentados os principais sistemas de avaliação de eficiência energética no território brasileiro e no território português, além de seus processos de análise que culminam na certificação de uma edificação.

3.1 PROCEL EDIFICA

Trata-se do Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações instituído em 2003 pela ELETROBRAS – sendo uma das vertentes do programa Procel – e que atua conjuntamente com o Ministério de Minas e Energia, as universidades, os centros de pesquisa e entidades das áreas de tecnologia e desenvolvimento, economia, construção civil, e ligadas ao Governo.

O Procel Edifica busca o uso racional de energia elétrica, incentivar a conservação e uso de sistemas eficientes e que utilizem os recursos naturais disponíveis nas edificações de maneira a minimizar os desperdícios e os impactos gerados ao ambiente local. O programa ainda promove o desenvolvimento e capacitação de técnicos, tecnologias voltadas principalmente ao setor energético, subsídios à regulamentação e disseminação de informações de eficiência energética ligadas ao setor de comércio, serviços e habitacional.

Por intermédio de uma parceria entre ELETROBRAS e INMETRO, são fornecidas etiquetas às novas edificações ou mesmo às existentes classificando-as em níveis de eficiência energética entre os níveis A e E (Figura 3.1), sendo A um edifício cujos sistemas (avaliados) são bastante eficientes e, E no caso de um edifício apresentar sistemas com baixo aproveitamento energético em relação ao consumo.



Figura 3.1 – Níveis de eficiência.

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

Para receber a etiqueta, é necessário, dentre outros itens, que a estrutura apresente área mínima de 500 metros quadrados ou ser atendida por uma tensão maior ou igual a 2,3 kV.

Com relação às etiquetas, as chamadas ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia), podem ser fornecidas aos projetos de edifícios, ENCE Geral de Projeto, ou mesmo para estruturas existentes e em funcionamento, ENCE Geral do Edifício Construído, que passem por alteração e readequação nos sistemas envolvendo os três níveis que são avaliados (nos edifícios públicos, comerciais ou de serviços): envoltória¹, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar. Para ambos os casos, podem ser feitas as avaliações e emissão da ENCE:

- a) Geral: abrangendo a envoltória (características dos fechamentos da estrutura tais como cobertura e paredes, geometria, áreas de abertura de envidraçados, proteções solares), iluminação (sistemas e equipamentos respectivos) e condicionamento de ar (sistemas e equipamentos), como exemplificam as Figura 3.2 e Figura 3.3.



Figura 3.2 – ENCE Geral de projeto.

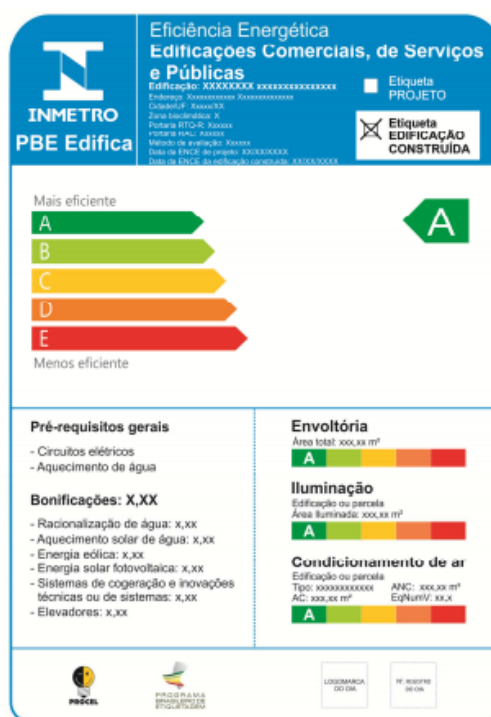


Figura 3.3 – ENCE Geral de edifício construído.

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

¹ Envoltória é o conjunto dos elementos construtivos que estejam em contato com o meio externo e acima do solo, compondo os fechamentos dos ambientes internos em relação ao meio externo (ELETROBRAS e PROCEL, 2016).

- b) Parcial: abrangendo a inspeção de um ou dois dos sistemas escolhidos, em que sempre um deles contempla a avaliação da envoltória, como exemplificam as Figura 3.4 e Figura 3.5 e Figura 3.6.



Figura 3.4 – ENCE Parcial da Envoltória.



Figura 3.5 – ENCE Parcial da Envoltória e Iluminação.



Figura 3.6 – ENCE Parcial da Envoltória e Condicionamento de Ar.

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

Para obtenção de certificação de eficiência, existem dois métodos de classificação do nível de eficiência energética, de acordo com os Requisitos de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência Energética de edificações (RAC) (ELETROBRAS e Procel, 2016): o método prescritivo, que se dá por intermédio da aplicação de uma equação fornecida (para edifícios condicionados apenas); ou pelo método de simulação, que utiliza o método prescritivo e a simulação do desempenho termo-energético de edifícios (condicionados ou não). A avaliação dos três sistemas, para obtenção da ENCE Geral implica seguir uma das combinações descritas no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Combinações de métodos de avaliação para obtenção de classificação geral.

Envoltória	Sistema de Iluminação	Sistema de Condicionamento de Ar	Ventilação Natural
Método Prescritivo	Método Prescritivo	Método Prescritivo	Método Simulação
Método Simulação	Método Simulação	Método Simulação	Método Simulação
Método Simulação	Método Prescritivo	Método Prescritivo	Método Simulação

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

Para a classificação geral, as avaliações parciais recebem pesos sendo distribuídos em 30% para a Envoltória, 30% para o Sistema de Iluminação e os 40% restantes para o Sistema de Condicionamento de Ar. Na avaliação dos sistemas, utiliza-se um equivalente numérico, ou seja, um número atribuído a um nível de eficiência correspondente, como exibido no Quadro 3.2.

Quadro 3.2 – Equivalente numérico para cada nível de eficiência (EqNum).

A	5
B	4
C	3
D	2
E	1

Fonte: ELETROBRAS e PROCEL (2016).

A seguir é expressa a Equação (3.1) da qual se obtém a pontuação final para classificação geral da edificação ou da parte autônoma dela como um pavimento, um escritório, entre outros exemplos.

$$PT = 0,30 \cdot \left\{ \left(EqNumEnv \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot EqNumV \right) \right\} + 0,30 \cdot EqNumDPI + 0,4 \cdot \left\{ \left(EqNumCA \cdot \frac{AC}{AU} \right) + \left(\frac{APT}{AU} \cdot 5 + \frac{ANC}{AU} \cdot EqNumV \right) \right\} + b_0^1 \quad (3.1)$$

onde:

EqNumEnv = equivalente numérico da envoltória;

EqNumDPI = equivalente numérico do sistema de iluminação (Densidade de Potência de Iluminação, DPI);

EqNumCA = equivalente numérico do sistema de condicionamento de ar;

EqNumV = equivalente numérico de ambientes com ventilação natural (não condicionados);

APT = área útil dos ambientes com permanência transitória, desde que não condicionados;

ANC = área útil dos ambientes não condicionados de permanência prolongada, com comprovação de percentual de horas ocupadas de conforto por ventilação natural através do método da simulação;

AC = área útil dos ambientes condicionados;

AU = área útil;

b = bonificação, pontuação que varia de zero a um.

O número de pontos obtidos na Equação (3.1) irá definir a classificação geral da edificação, de acordo com o Quadro 3.3.

Quadro 3.3 – Classificação Geral.

Classificação final	PT
A	≥ 4,5 a 5
B	≥ 3,5 a 4,5
C	≥ 2,5 a 3,5
D	≥ 1,5 a 2,5
E	< 1,5

Fonte: ELETROBRAS e PROCEL (2016)

Além dos requisitos específicos, que serão descritos nas próximas páginas, relacionados aos três sistemas focos da avaliação, para obtenção da classificação geral do nível de eficiência são estipulados alguns pré-

requisitos gerais que, se não atendidos, não impedem as classificações parciais, mas impedem a obtenção de etiqueta com nível A, B ou C. Assim, mesmo que as avaliações parciais indiquem nível A, se algum dos pré-requisitos não for atendido, a classificação geral indicará um nível D ou menor. O Quadro 3.4 mostra os pré-requisitos, de forma resumida, para cada um dos sistemas as exigências para obtenção de classificação de eficiência, segundo as indicações do Manual RTQ-C (ELETROBRAS e Procel, 2016).

Quadro 3.4 – Resumo dos pré-requisitos gerais exigidos na obtenção de classificação geral níveis A, B ou C.

Pré-requisito	Circuito elétrico	Aquecimento de água	Isolamento de tubulação
Nível A	Possuir circuito elétrico separado (iluminação, sistema de condicionamento de ar e outros) de forma a permitir medições quando necessário ou equipamentos que permitam tal medição. (1)	Comprovar que 100% da demanda de água quente é atendida por um ou mais dos sistemas especificados (2), além de atender à condição de isolamento das tubulações.	Para tubulações não-metálicas, a espessura de isolamento mínima é de 1,0 cm e a condutividade térmica estar entre 0,032 e 0,040 W/m.K;
Nível B		Percentual igual ou superior a 70% da demanda de água quente deve ser proveniente de um ou mais dos sistemas especificados (2), além de atender à condição de isolamento das tubulações.	Já para as metálicas, a espessura mínima deve ser de 1,0 cm (quando o diâmetro nominal for menor que 40 mm) ou de 2,5 cm (quando o diâmetro nominal for maior que 40 mm), e a condutividade térmica estar também entre 0,032 e 0,040 W/m.K;
Nível C	-	Edificações com menos de 70% da demanda de água quente atendidas por aquecimento solar ou a gás, sendo complementadas por sistemas elétricos, desde que sigam as especificações estipuladas. (3)	Deve-se comprovar ainda que a estrutura dos reservatórios de água apresentam resistência térmica mínima de 2,20 (m ² .K)/W, quando estes não sejam com aquecimento solar. (4)

Notas: (1) A exigência de possuir circuito elétrico separado por uso final não se aplica aos seguintes casos: hotéis que possuam desligamento automático para os quartos, edifícios com múltiplas unidades autônomas de consumo e edifícios cuja data de construção seja anterior a junho de 2009. (2) Os sistemas de aquecimento por sistema solar, a gás (do tipo instantâneo), por bombas de calor ou através de caldeiras a gás devem seguir as especificações estipuladas no Manual RTQ-C (ELETROBRAS e Procel, 2016),

as quais podem ser conferidas no Anexo I. (3) As especificações citadas referem-se aos aquecedores elétricos complementares do sistema que também devem apresentar as características fornecidas pelo Manual. (4) As exigências de isolamento das tubulações aplicam-se apenas aos níveis A e B, sendo dispensados para o nível C. Adicionalmente, no Manual é fornecido também informações no caso de se possuir um valor de condutividade fora da faixa mencionada na tabela acima, sendo necessário calcular a espessura mínima com a expressão fornecida.

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016)

As bonificações, que aparecem na Equação 3.1², podem fornecer uma pontuação extra de até um ponto na classificação geral ao incentivar o uso de soluções que elevem a eficiência energética da edificação, como já indicado. É atribuído 0 quando inexistir qualquer sistema complementar, para aumentar a eficiência da edificação, e 1 quando uma das bonificações for totalmente implantada, ou mais de uma bonificação for parcialmente atendida. Estas iniciativas devem ser listadas, justificadas e ainda comprovadas a economia gerada por meio de dois memoriais de cálculo, sendo que em um deles deve conter a análise da edificação sem a bonificação e outro considerando a bonificação. Tal economia deve ser de, no mínimo, 40% sobre o consumo anual de água da edificação, quando comparada ao consumo típico ao longo de um ano. Além da economia de água, as bonificações visam incentivar a economia no consumo de energia elétrica por meio do uso de inovações tecnológicas. A utilização de sistemas ou fontes de energia renovável ou de cogeração e inovações técnicas ou de sistemas, como iluminação natural, possuem valores mínimos aceitáveis de percentual de economia que geram a bonificação integral. Porém, se forem utilizados diversos sistemas simultaneamente, com porcentagens menores que as estipuladas pelo Manual RTQ-C (2016), suas pontuações podem ser somadas e assim, alcançar o ponto de bonificação máximo.

3.1.1 Envoltória

De acordo com o nível de eficiência pretendido, a envoltória deve atender a pré-requisitos mais ou menos rigorosos. Quanto mais elevado o nível pretendido, mais restritivos são os requisitos exigidos e mais rigorosas são as características que a edificação deve apresentar para conquistar a classificação. O Quadro 3.5 apresenta de forma resumida os pré-requisitos específicos da envoltória.

² A equação correspondente pode ser consultada na página 21.

Quadro 3.5 – Síntese dos pré-requisitos específicos da envoltória.

Nível de eficiência	Transmitância térmica da cobertura e paredes exteriores	Cores e absorptância de superfícies	Iluminação zenital
A	X	X	X
B	X	X	X
C e D	X		

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

Basicamente são determinados valores limites para se classificar uma edificação entre os níveis A e D, os quais vão depender diretamente de características climáticas do local no qual está inserido o objeto de avaliação, as chamadas zonas bioclimáticas. Zona bioclimática, de acordo com a NBR 15220 (2003), é “região geográfica homogênea quanto aos elementos climáticos que interferem nas relações entre ambiente construído e conforto humano”. Ainda segundo a mesma norma, o Brasil é dividido em oito zonas bioclimáticas, cada uma com uma estratégia de projeto necessária no atendimento de conforto térmico às moradias de interesse social. A Figura 3.7 exhibe as zonas distribuídas pelo território brasileiro.

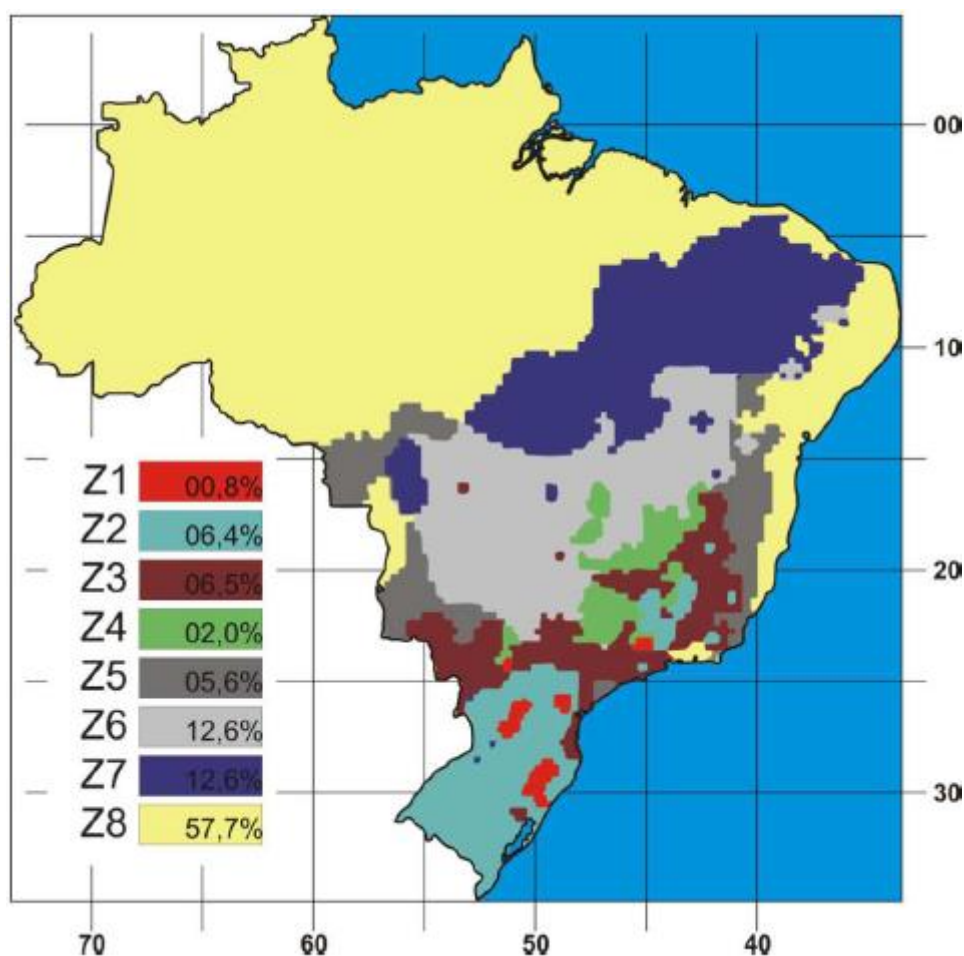


Figura 3.7 – Zoneamento bioclimático brasileiro.

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

O Quadro 3.6 e Quadro 3.7 resumem estas informações que podem classificar o objeto de análise entre os níveis A e D de acordo com as características com relação à transmitância térmica dos materiais empregados, cores e absorvância das superfícies (somente para os níveis A e B) e a porcentagem de abertura zenital (PAZ) (somente para os níveis A e B) na avaliação de eficiência da Envoltória.

Quadro 3.6 – Resumo de valores e características para classificação entre níveis A e D em relação à transmitância térmica da envoltória.

	Transmitância térmica (U) máxima							
	Cobertura de ambientes (U _{cob})					Paredes externas (U _{par})		
Níveis	A		B		C e D	A	B	C e D
Condições	A.C.	A.N.C.	A.C.	A.N.C.	-	-	-	-
ZB1 e 2	0,5	1,0	1,0	1,5	2,0	1,0	2,0	3,7
ZB 3 a 6	1,0	2,0	1,5	2,0		3,7		
ZB 7 e 8						2,5 (C ≤ 80kJ/m²K)		2,5 (C ≤80kJ/m²K)
						3,7 (C > 80kJ/m²K)		3,7 (C >80kJ/m²K)

Notas: (1) Transmitância térmica (U) é medida em $\text{W/m}^2\text{K}$; (2) As notações “ZB”, “A.C.” e “A.N.C” indicam respectivamente zonas bioclimáticas, ambiente condicionado artificialmente e ambiente não condicionado; (3) Na avaliação parcial apenas da Envoltória, consideram-se os valores mais restritivos; (4) Em havendo superfícies opacas protegendo superfícies envidraçadas, formando elementos de sombreamento, não são aplicadas nenhum dos valores acima descritos. Caso o envidraçado fique exposto e a superfície opaca atrás dele, os pré-requisitos devem ser atendidos. (5) “C” refere-se à capacidade térmica limite dos elementos, no caso as paredes externas da edificação em análise.

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

Quadro 3.7 – Resumo das características necessárias para obtenção de classificação A ou B de eficiência em relação à Envoltória.

Níveis	Cores e absorvância de superfícies	
	A	A e B
Zonas Bioclimáticas	Coberturas	Revestimentos externos
ZB 2 a 8	$\alpha \leq 0,5$	$\alpha \leq 0,5$

	Iluminação Zenital			
Níveis	A e B			
PAZ	0 a 2%	2,1 a 3%	3,1 a 4%	4,1 a 5%
FS	0,87	0,67	0,52	0,30

Notas: (1) O valor limite de absorvência é indicado por “ α ” e está relacionado ao espectro solar; (2) A Zona Bioclimática 1 é excluída de um valor limite de absorvência, permitindo assim que se tenha valores maiores e aumente os ganhos térmicos (advindos da radiação solar) no inverno; (3) O controle por cores é feito quando não há possibilidade de medição da absorvência solar, sendo utilizadas as cores mais clara para se obter absorvências mais baixas; (4) Na existência de coberturas do tipo teto-jardim ou com telhas cerâmicas não-esmaltadas, por apresentarem bom desempenho térmico, não necessitam atender ao limite de absorvência solar máxima; (5) As notações “PAZ” e “FS” indicam respectivamente Percentual de Abertura Zenital (das coberturas) e Fator Solar (dos envidraçados); (6) Em edificações com PAZ maior que 5%, em que se pretende a classificação A, deve-se utilizar simulação computacional.

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

O processo de cálculo de classificação do nível de eficiência da envoltória envolve as seguintes etapas de cálculos:

- Calcular o indicador de consumo por meio de uma das 10 expressões (IC_{env}) fornecidas pelo Manual RTQ-C (verificar no Anexo II ao fim do trabalho), de acordo com a zona bioclimática e área de projeção da edificação;
- Calcular o limite máximo do indicador de consumo (IC_{maxD}), por meio da mesma equação, porém utilizando os parâmetros de entrada $PAF_T = 0,60$, $FS = 0,61$, $AVS = 0$, $AHS = 0$;
- Calcular o limite mínimo (IC_{min}) por meio da mesma equação, porém utilizando os parâmetros de entrada $PAF_T = 0,05$, $FS = 0,87$, $AVS = 0$, $AHS = 0$;
- Encontrar o intervalo (i) na qual a edificação deve estar inserida, obtido pela subtração dos valores máximo e mínimo do indicador de consumo, seguido da divisão por quatro;
- Com o valor de i encontrado, prossegue-se com o preenchimento do Quadro 3.8.

Quadro 3.8 – Limites dos intervalos dos níveis de eficiência.

Eficiência	A	B	C	D	E
Lim. Mín.	-	$IC_{\max D} - 3i + 0,01$	$IC_{\max D} - 2i + 0,01$	$IC_{\max D} - i + 0,01$	$IC_{\max D} + 0,01$
Lim. Máx.	$IC_{\max D} - 3i$	$IC_{\max D} - 2i$	$IC_{\max D} - i$	$IC_{\max D}$	-

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

f) Comparar o valor IC_{env} com os valores acima para identificar o nível de eficiência.

Notas: (1) As notações “PAFT”, “FS”, “AVS”, “AHS” indicam respectivamente Percentual de Abertura na Fachada total, Fator Solar, Ângulo Vertical de Sombreamento, Ângulo Horizontal de Sombreamento; (2) “ $IC_{\max D}$ ” representa o indicador máximo que a edificação deve atingir para obter a classificação D, acima deste valor, a edificação passa a ser classificada com o nível E”, de acordo com o Manual RTQ-C; (3) Conforme o Manual indica, não existem grandes diferenças entre algumas Zonas Bioclimáticas, por isso algumas das Zonas são agrupadas (a Figura 3.8 indica como ocorre esta divisão) e utilizam a mesma expressão para calcular o IC_{env} .

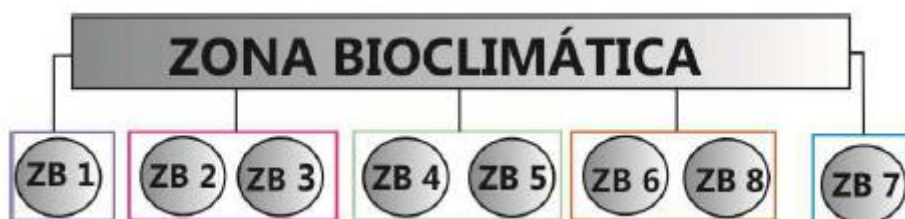


Figura 3.8 – Agrupamento das Zonas Bioclimáticas na aplicação das expressões de cálculo de IC.

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

O cálculo do IC prevê o desempenho da envoltória em relação à proteção do interior do edifício na exposição à radiação solar, que acaba por afetar no consumo energético para controle da troca térmica entre o ambiente interior e exterior. Portanto, quanto mais exposto o interior, ou quanto menor for o desempenho da envoltória, maior deve ser a troca térmica ou calor trocado entre o exterior e interior.

3.1.2 Sistema de iluminação

A iluminação artificial é de fundamental importância para qualquer atividade que se realize distante das fachadas ou mesmo em horários em que a luz natural é minimamente adequada. Porém, o sistema apresenta dois tipos de consumo energético: a eletricidade para gerar luminosidade e a energia consumida neste processo com o calor produzido. Para um sistema ser considerado eficiente com relação

a iluminação, ele deve fornecer níveis adequados de iluminância para cada atividade, conforme especifica a NBR ISO/CIE 8995-1 (2013), consumindo minimamente energia e gerando a mínima carga térmica para o ambiente, segundo o Manual RTQ-C (ELETROBRAS e Procel, 2016).

3.1.2.1 Pré-requisitos específicos

Para obtenção das classificações de eficiência com nível mínimo C, com relação a iluminação, são feitas as exigências conforme o Quadro 3.9. Nele pode-se observar que quanto maior é classificação pretendida, maior são as exigências.

Quadro 3.9 – Relação entre pré-requisitos e níveis de eficiência.

Pré-requisito	Nível A	Nível B	Nível C
Divisão dos circuitos	X	X	X
Contribuição da luz natural	X	X	
Desligamento automático do sistema de iluminação	X		

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

O Manual RTQ-C afirma que, para cada ambiente, deve existir ao menos um dispositivo de controle manual de acionamento independente da iluminação, de fácil acesso, desde que não seja um local público ou de grande movimentação por motivo de segurança, e localizado onde seja possível a visualização de todo o sistema ou, caso não seja assim possível, deve ser facilmente identificado pelo usuário toda a área abrangida por meio de representação gráfica. Por isso, dependendo da área que se tiver neste local são estipulados uma quantidade mínima de dispositivos como mostra o Quadro 3.10.

Quadro 3.10 – Relação entre áreas de ambientes e áreas de controle independente de iluminação.

Área total do ambiente	Área máxima da parcela iluminada por sistema com controle independente
$\leq 1000 \text{ m}^2$	250 m^2
$>1000 \text{ m}^2$	1000 m^2

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

Quando existem luminárias próximas a janelas ou aberturas que possibilitam a entrada de luz natural (com luminância adequada à atividade), o Manual RTQ-C (2016) determina a instalação de dispositivos de desligamento automático ou manual, independente do resto do sistema de iluminação, aproveitando assim a luz natural e diminuindo o consumo energético.

Para otimizar o consumo energético e evitar que ambientes fiquem desnecessariamente iluminados, o RTQ-C determina ainda a instalação de dispositivos de desligamento automático, quando não há ninguém presente em determinado local, conforme é descrito a seguir. Caso se pretenda obter nível A de eficiência, todo ambiente com área superior a 250 m² deve aplicar obrigatoriamente uma das alternativas descritas no Manual, sendo as três opções de funcionamento do dispositivo possíveis:

- a) um sistema automático com desligamento da iluminação em horário pré-determinado, existindo uma programação independente para uma área de até 2500 m²;
- b) um sensor de presença que desligue após 30 minutos da saída de todos os ocupantes ou
- c) um sinal de um outro controle ou sistema de alarme indicando que a área esteja desocupada.

São exceções para adoção deste sistema:

- a) ambientes com funcionamento por 24h propositadamente;
- b) ambientes onde existe repouso ou tratamento de pacientes;
- c) ambientes onde o desligamento automático da iluminação pode oferecer riscos aos usuários.

3.1.3 Determinação da eficiência

De acordo com as atividades que são desenvolvidas na edificação, e segundo o RTQ-C, pode-se optar entre dois métodos de avaliação do sistema de iluminação: método da área do edifício ou método das atividades do edifício. O método da área avalia de forma geral e é aplicado quando houver até três atividades principais ou quando as atividades ocupam pelo menos 30% da área do edifício. Já o método das atividades avalia isoladamente os ambientes, podendo proporcionar uma bonificação, aumentando a densidade de potência limite de acordo com o espaço interno dos ambientes.

Enquanto, por um lado, a avaliação inclui no cálculo de eficiência locais abertos e cobertos, em que haja grande densidade de potência instalada, tais como estacionamentos, por outro lado, exclui sistemas considerados complementares à iluminação geral com controle independente nos seguintes casos:

- a) iluminação de destaque em que seja fundamental no funcionamento de museus, galerias e monumentos;

- b) iluminação interna ou integrante de equipamentos ou instrumentos, tais como lâmpadas de refrigeradores, geladeiras etc.;
- c) iluminação especificamente projetada em procedimentos médicos e iluminação de equipamentos médicos;
- d) iluminação totalmente voltada ao crescimento de plantas ou para sua manutenção;
- e) iluminação de vitrines, sendo estas fechadas por divisórias que alcancem o forro;
- f) iluminação voltada integralmente à sinalização ou à propaganda;
- g) sinais indicando saída e luzes de emergência;
- h) áreas de jogos ou atletismo, ou áreas com iluminação para fins teatrais, cinematográficas ou televisivas;
- i) iluminação de circulação externa;
- j) iluminação de tarefas em que esteja ligada à tomada, tais como luminária de mesa.

No método da área é determinado os valores limites de densidade de potência na iluminação para toda a edificação, sendo avaliados separadamente os ambientes com a seguinte sequência:

- a) identificar a(s) atividade(s) principal(is) do edifício, assim como a densidade de potência limite de iluminação, para cada nível de eficiência, de acordo com o Quadro 3.11. Caso algum edifício possua uma atividade não listada, deve-se considerar uma equivalente.
- b) determinar a área iluminada do edifício;
- c) multiplicar a área iluminada pela densidade de potência de iluminação (DPIL), encontrando a potência limite;
- d) quando a edificação possuir até três atividades principais, deve-se determinar a DPIL de cada atividade e a área iluminada de cada uma, somando-se as potências limites de cada atividade para chegar à potência limite do edifício;
- e) comparar a potência total instalada no edifício e a potência limite para determinar o nível de eficiência do sistema de iluminação;
- f) verificar o atendimento dos pré-requisitos em todos os ambientes, sendo necessário a correção do EqNum, caso existam ambientes que não cumpram os pré-requisitos.

Nota: A correção deverá ser feita por meio de “ponderação entre os níveis de eficiência e a potência instalada dos ambientes que não atenderam aos pré-requisitos e a potência instalada do nível de

eficiência encontrado para o sistema de iluminação”, de acordo com o Manual RTQ-C (ELETROBRAS e Procel, 2016).

Quadro 3.11 – Limite máximo de DPIL para nível de eficiência pretendido.

Função da edificação	Densidade de potência de iluminação limite (W/m ²)			
	Nível A	Nível B	Nível C	Nível D
Academia	9,5	10,9	12,4	13,8
Armazém	7,1	8,2	9,2	10,3
Biblioteca	12,7	14,6	16,5	18,4
Bombeiros	7,6	8,7	9,9	11,0
Centro de convenções	11,6	13,3	15,1	16,8
Cinema	8,9	10,2	11,6	12,9
Comércio	15,1	17,4	19,6	21,9
Correios	9,4	10,8	12,2	13,6
Venda e locação de veículos	8,8	10,1	11,4	12,8
Escola/ Universidade	10,7	12,3	13,9	15,5
Escritório	9,7	11,2	12,6	14,1
Estádio de esportes	8,4	9,7	10,9	12,2
Garagem/ Ed. Garagem	2,7	3,1	3,5	3,9
Ginásio	10,8	12,4	14,0	15,7
Hospedagem/ Dormitório	6,6	7,6	8,6	9,6
Hospital	13,0	15,0	16,9	18,9
Hotel	10,8	12,4	14,0	15,7
Igreja/ Templo	11,3	13,0	14,7	16,4
Restaurante	9,6	11,0	12,5	13,9
Restaurante: Bar/ Lazer	10,7	12,3	13,9	15,5
Restaurante: <i>Fast-food</i>	9,7	11,2	12,6	14,1

Museu	11,4	13,1	14,8	16,5
Oficina	12,9	14,8	16,8	18,7
Penitenciária	10,4	12,0	13,5	15,1
Posto de saúde/ Clínica	9,4	10,8	12,2	13,6
Posto policial	10,3	11,8	13,4	14,9
Prefeitura/ Inst. Gov.	9,9	11,4	12,9	14,4
Teatro	15,0	17,3	19,5	21,8
Transportes	8,3	9,5	10,8	12,0
Tribunal	11,3	13,0	14,7	16,4

Nota: (1) Existem três diferentes classificações para edifícios tipo restaurante: “Restaurante” – estabelecimento caracterizado por serviço de mesa e buffets, “Restaurante: Bar/ Lazer” – local em que possui serviço de copa/cozinha limitado e com uso de lâmpadas de menor potência e com maior consumo, “Restaurante: *fast-food*” – local em que o cliente se serve no balcão e se dirige a mesa. (2) “Igreja/ Templo” refere-se a edifícios religiosos juntamente com escritórios, salas de reunião e outras de apoio no mesmo edifício. (3) Os locais considerados “Academia” são aqueles que se destinam à prática de exercícios físicos, enquanto Ginásios, são locais com elevado pé direito, além de possuir grandes áreas destinadas à prática esportiva.

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

Quando o método anterior não é aplicável, aplica-se o método das atividades. Este avalia a edificação por meio de densidade de potência na iluminação de cada ambiente, considerando as atividades desempenhadas, tanto para obter o nível de eficiência quanto na observação no atendimento dos pré-requisitos. Para o método das atividades, segue-se a seguinte sequência para a avaliação:

- seguir a mesma sequência do método anterior utilizando, porém, as informações contidas na Tabela ii contida no Anexo III, ao fim do trabalho;
- Opcionalmente, quando houver ambientes em que o índice de ambiente (K) for menor (Equação (3.2), ou *Room Cavity Ratio* (RCR) for maior (Equação (3.3), que os valores estipulados na tabela ii, estes locais podem ter aumento de 20% na densidade de potência de iluminação limite (DPIL) individualmente, sem computar na potência limite da edificação;

$$K = \frac{A_t + A_{pt}}{A_p} \quad (3.2)$$

onde:

K = índice de ambiente (adimensional);

A_t = área de teto (m^2);

A_{pt} = área do plano de trabalho (m^2);

A_p = área de parede entre o plano iluminante e o plano de trabalho;

$$RCR = \frac{2,5 \times H_p \times P}{A} \quad (3.3)$$

onde:

RCR = *Room Cavity Ratio* (adimensional);

H_p = altura de parede existente entre o plano iluminante e o plano de trabalho (m), conforme Figura 3.9;

P = perímetro do ambiente (m);

A = área do ambiente;

Neste caso (conforme o item b), “o EqNum será encontrado através da ponderação dos equivalentes numéricos destes ambientes e do edifício por suas potências”, segundo o Manual RTQ-C.



Figura 3.9 – Área entre o plano iluminante e o plano de trabalho em destaque (verde).

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

- c) Ambientes sem projeto luminotécnico ou ainda sem instalação, no momento da avaliação, devem considerar a potência como sendo igual a Equação (3.4).

$$P_{\text{ambiente sem projeto}} = P_{LD} + \frac{(P_{LD} - P_{LC})}{2} \quad (3.4)$$

onde:

$P_{\text{ambiente sem projeto}}$: potência de ambientes sem projeto luminotécnico ou sem sistema instalado quando da inspeção do edifício (W);

P_{LD} : potência limite para o nível D (W);

P_{LC} : potência limite para o nível C (W);

Em edificações com espaços de largura menor que 2,40 metros, somente, devem ser considerados como ambiente de circulação e podem obter bonificação de 20% na DPIL deste espaço.

3.1.4 Sistema de condicionamento de ar

Diferentemente dos outros sistemas analisados, o sistema de condicionamento de ar possui apenas pré-requisitos para o nível A de eficiência. No caso de não atendimento dos pré-requisitos, o nível de eficiência do sistema de condicionamento de ar não poderá ser mais o nível A. Sendo que para atingir a maior classificação, o sistema dependerá ainda do nível dos equipamentos utilizados. Além disso, os pré-requisitos devem ser avaliados separadamente em cada ambiente existente, o que poderá influenciar na classificação final.

3.1.4.1 Processo de avaliação e determinação de eficiência

A Figura 3.10 mostra como deve seguir o processo para obter o nível A de eficiência no condicionamento de ar, seja para resfriamento, seja para aquecimento.

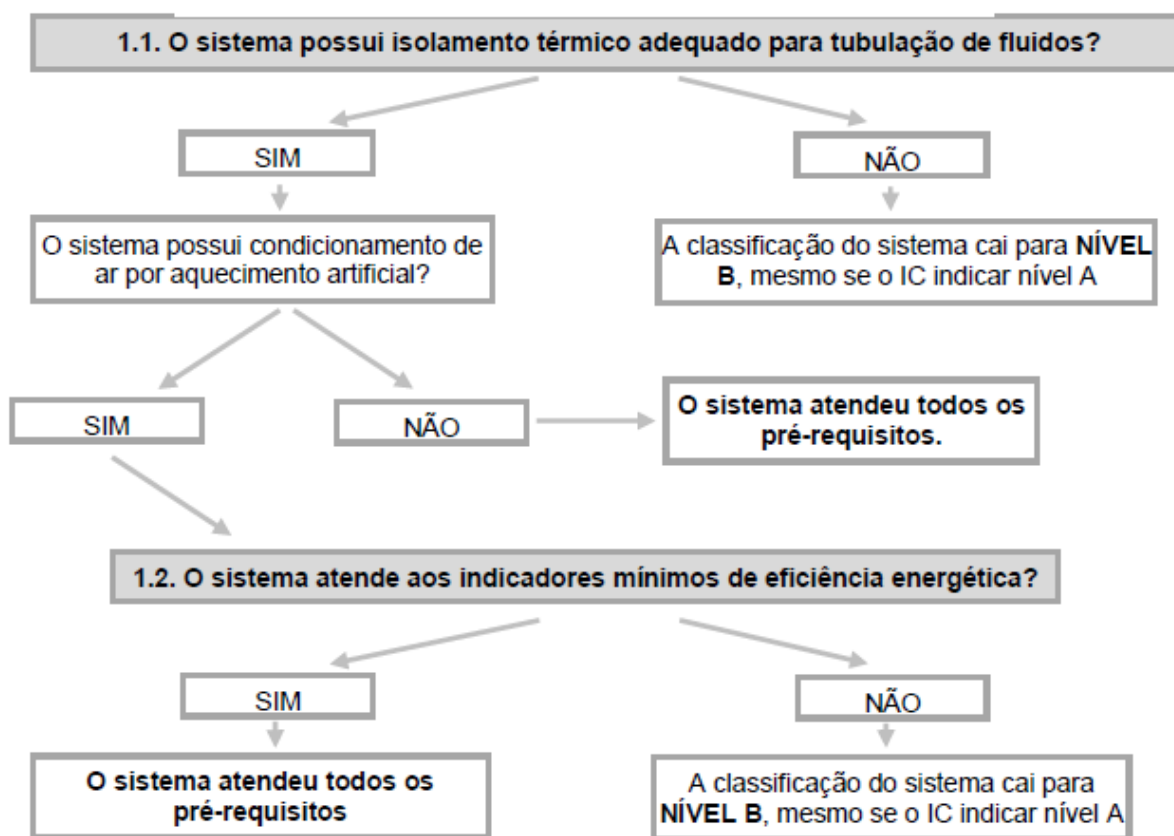


Figura 3.10 – Fluxograma de atendimento dos pré-requisitos para classificação A de eficiência.

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

De acordo com o Manual RTQ-C, existem duas formas distintas no processo de determinação de eficiência do sistema de condicionamento de ar: uma para quando os equipamentos utilizados são avaliados pelo PBE/INMETRO e outra para quando eles não são. Em qualquer um dos casos, a classificação do sistema é feita de forma parcial, certificando salas, conjunto de salas, um piso ou parte da edificação, de forma análoga ao processo para classificação do sistema de iluminação, permitindo assim classificações parciais (ENCE parcial).

No caso de os sistemas compostos por condicionadores de ar, utilizados para aquecimento, refrigeração ou ventilação, avaliados pelo PBE/INMETRO, deve-se utilizar a classificação atribuída a cada modelo, que pode ser consultado no site do INMETRO. Havendo utilização de mais de um sistema de condicionamento (condicionadores do tipo janela, split ou central) no edifício, a eficiência deve ser obtida através da média ponderada de cada equivalente numérico com a respectiva potência do equipamento, a fim de se obter um equivalente numérico final e, portanto, o nível de eficiência do sistema da edificação.

Caso os sistemas utilizados não tenham a avaliação do PBE/INMETRO (ou não sejam regulamentados por ele), deve-se consultar as tabelas de valores de parâmetros mínimos e requisitos a serem seguidos de

acordo com o nível pretendido. Se eventualmente, algum equipamento não se enquadre em nenhuma das condições apresentadas pelas tabelas, considera-se este equipamento como nível E. Estas tabelas são fornecidas pelo Manual e estão presentes no Anexo IV ao fim do trabalho. Deve-se ressaltar que equipamentos de condicionamento central com componentes de diferentes níveis de eficiência é classificado com o menor nível obtido.

Para se obter o nível A de eficiência deve-se seguir a segunda etapa de verificações de consumo energético no controle térmico dos sistemas de condicionamento de ar resumidamente descritas na Figura 3.11.

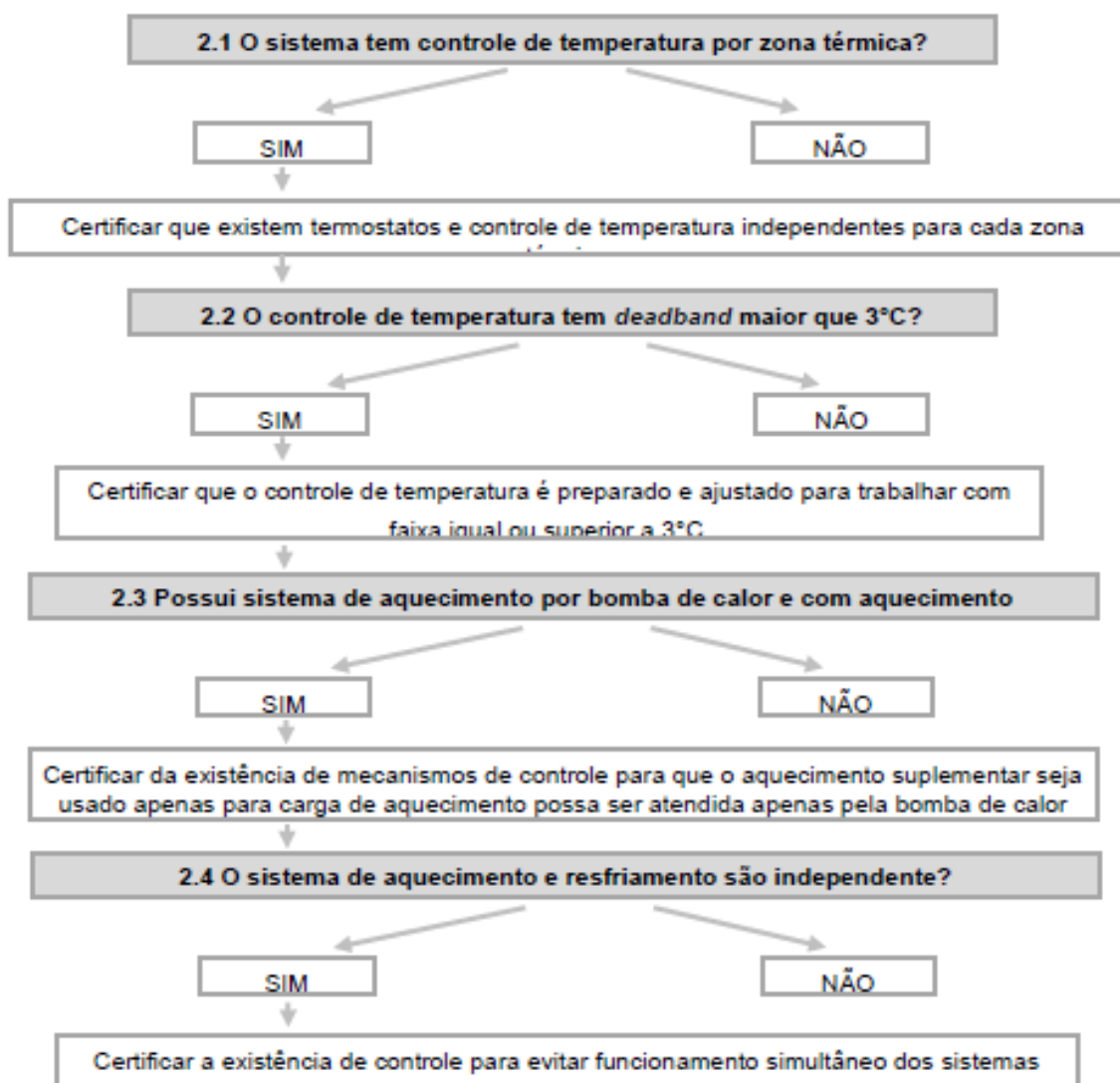


Figura 3.11 – Fluxograma de controle de temperatura dos sistemas de condicionamento de ar.

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

Com a finalidade de evitar o funcionamento do sistema, quando não existir qualquer usuário na edificação, todo sistema de condicionamento de ar deve possuir desligamento automático entre as seguintes alternativas:

- a) sistema capaz de reter programação e ajustes por pelo menos 10h, em caso de falta de energia, com a possibilidade de se operar o sistema manualmente por até 2h, além de possuir controles com diferentes condições de rotina de programação, permitindo sete programações diárias distintas;
- b) sensor de ocupação de um ambiente capaz de desligar após 30 minutos sem qualquer detecção de presença;
- c) temporizador com acionamento manual capaz de operar o sistema por até 2h;
- d) sistema de condicionamento de ar integrado aos sistemas de segurança e alarmes da edificação, permitindo o desligamento quando estes são ativados.

A Figura 3.12 demonstra a terceira etapa de verificação dos sistemas de condicionamento para obtenção do nível A de eficiência, conforme o Manual RTQ-C orienta.

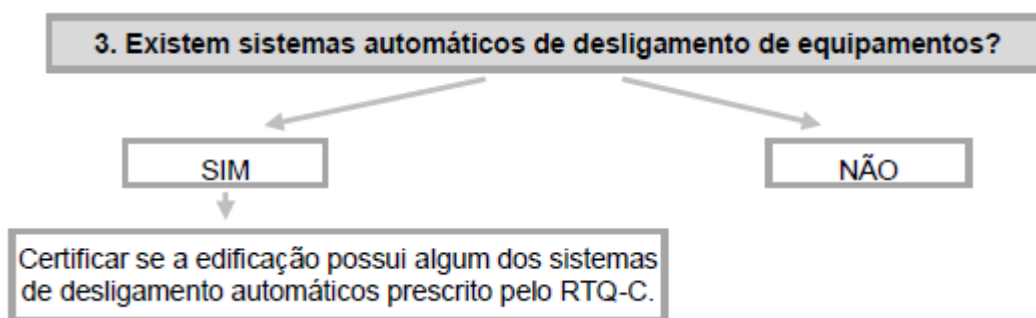


Figura 3.12 – Automatização do sistema de condicionamento de ar.

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

O requisito de isolamento das áreas deve ser seguido para evitar o suprimento de ar condicionado em grandes áreas não ocupadas enquanto o restante da edificação esteja em funcionamento. Cada área isolada (não maior que 2.300 m² de área condicionada e que não inclua mais do que um pavimento) deve possuir um sistema de desligamento automático do suprimento de ar condicionado, ar externo e o sistema de exaustão, atendendo aos requisitos de automatização.

A Figura 3.13 mostra a etapa seguinte de verificação do sistema de condicionamento para obtenção de nível A de eficiência.

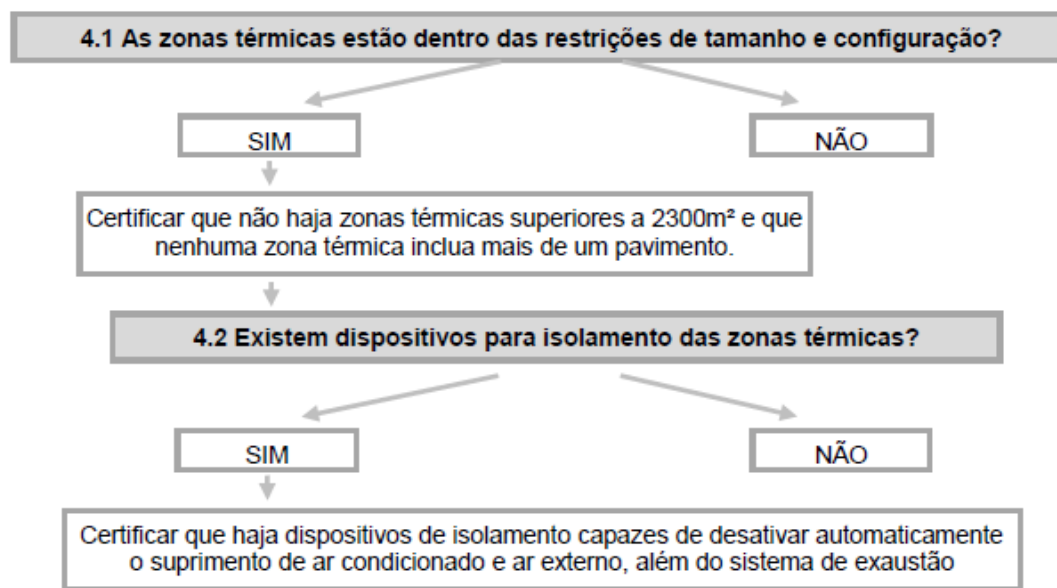


Figura 3.13 – Procedimentos para verificação do sistema de isolamento de zonas.

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

Sistemas de condicionamento de ar com potência total de ventilação superior a 4,4 kW, devem atender aos limites de potência dos ventiladores fornecidos pelo Quadro 3.12.

Quadro 3.12 – Limite de potência dos ventiladores.

Volume de insuflamento de ar	Potência nominal (de placa) aceitável para o motor	
	Volume constante	Volume variável
< 9.400 l/s	1,9 kW/1.000 l/s	2,7 kW/1.000 l/s
≥ 9.400 l/s	1,7 kW/1.000 l/s	2,4 kW/1.000 l/s

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

Já sistemas com taxa de insuflamento de ar externo maior que 1.400 l/s devem reduzir a taxa de renovação de ar automática, para baixo de níveis de projeto, em ambientes parcialmente ocupados, ou com ocupação menor que 100 pessoas por 100 m².

A Figura 3.14 mostra a sequência de verificações relativas à ventilação dos ambientes condicionados.

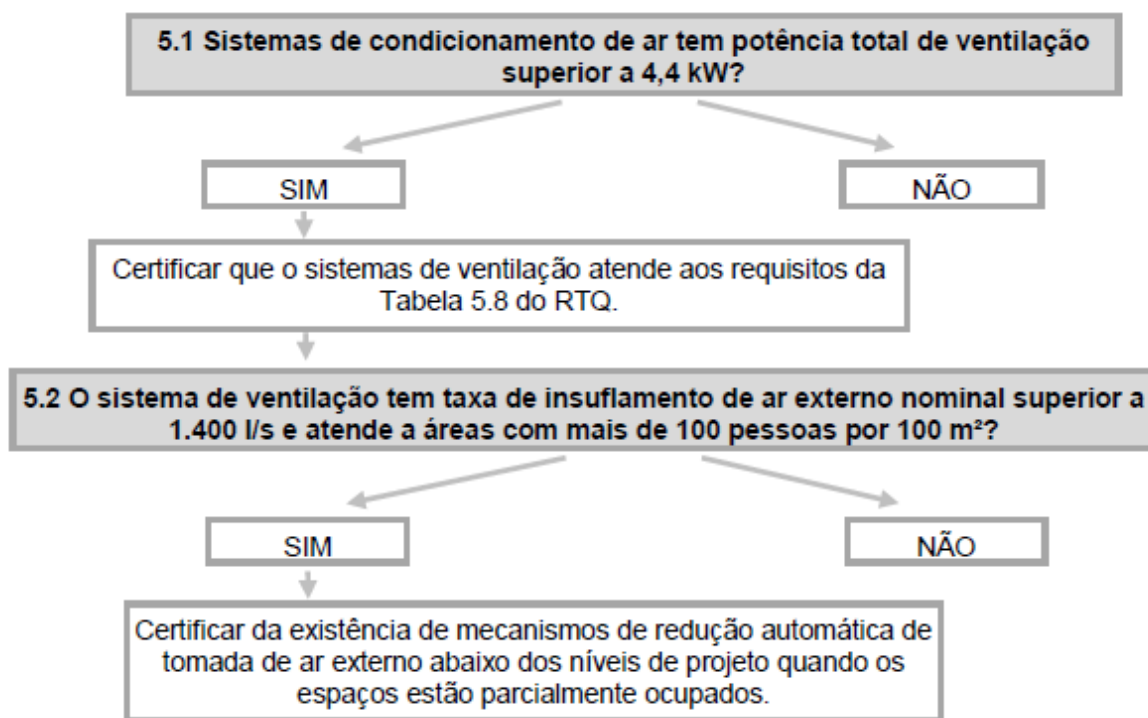


Figura 3.14 – Verificações de requisitos de ventilação dos ambientes condicionados.

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

Os sistemas hidráulicos, com funcionamento por bombeamento e presentes nos sistemas de condicionamento de ar, cuja potência seja superior a 7,5 kW devem seguir os requisitos estabelecidos e resumidos a seguir no esquema da Figura 3.15.

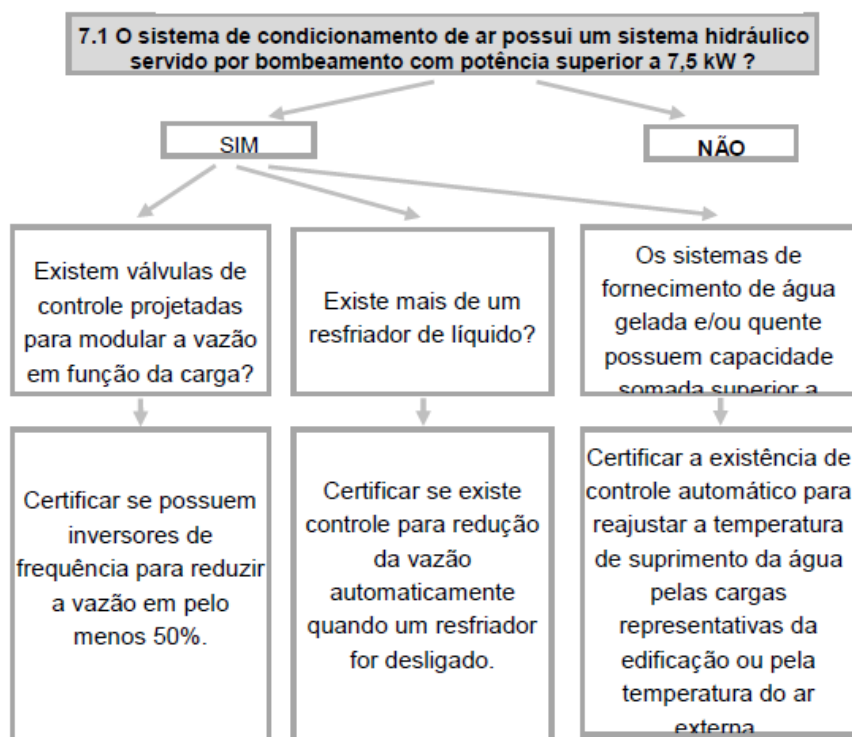


Figura 3.15 – Verificações no sistema hidráulico pertencente ao sistema de condicionamento de ar.

Nota: A capacidade total dos sistemas de fornecimento de água (gelada e/ou quente), para um ambiente, deve ser superior a 88 kW para se implementar sistemas automáticos de reajuste da temperatura de suprimento.

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

Sistemas de condicionamento com equipamento de rejeição de calor, tais como torres de resfriamento abertas ou com circuito fechado, condensadores evaporativos entre outros, que possuam motores (para ventilação) com potência igual ou superior a 5,6 kW deve operar com dois terços ou menos de sua velocidade máxima (em carga parcial), e possuírem controles para alterar automaticamente a velocidade dos ventiladores controlando a temperatura de saída do fluido do dispositivo de rejeição de calor ou temperatura/pressão de condensação do dispositivo.

A Figura 3.16 resume a oitava e última etapa de verificação do sistema de condicionamento de ar, em equipamentos com rejeição de calor.

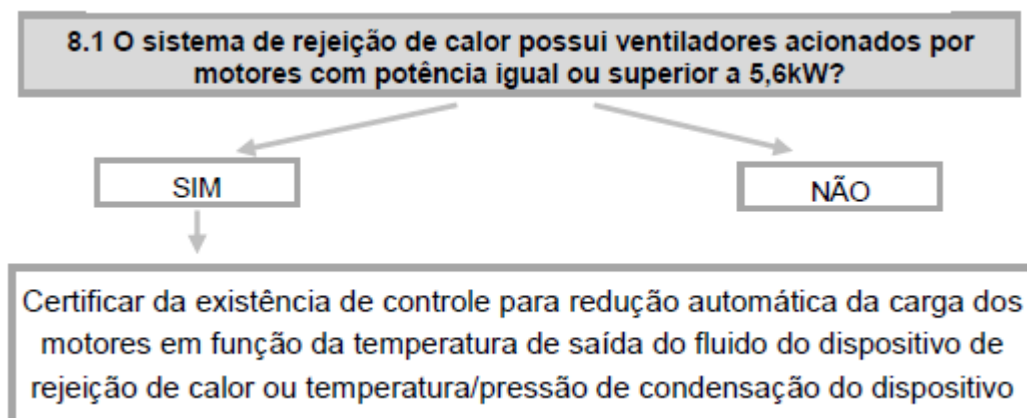


Figura 3.16 – Verificação de sistemas de rejeição de calor no condicionamento de ar.

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

3.2 SBTool

Ferramenta de apoio no desenvolvimento da construção sustentável mundial, desenvolvido pelo iiSBE (*International Initiative for a Sustainable Built Environment*), em 2007, em parceria com mais de 20 países, da Europa, Ásia e América. *Sustainable Building Tool*, SBTool, é um sistema voluntário para avaliação e certificação de sustentabilidade dos edifícios de forma adaptável ao contexto do país em que é utilizado. A sua análise engloba todas as dimensões do Desenvolvimento Sustentável (Ambiente, Sociedade e Economia) e seus parâmetros incluem os principais fatores cujos principais impactos dos edifícios ao ambiente são considerados em sua metodologia.

A avaliação em sua versão portuguesa foi elaborada de forma que as três dimensões da sustentabilidade são divididas em nove categorias e 25 parâmetros, e pensada de forma a se apresentar como um sistema facilmente compreendido e assimilado por qualquer pessoa envolvida no processo. Ela ainda foi pensada de forma a colaborar com o desempenho da edificação de acordo com os métodos de LCA (*Life Cycle Assessment*), ou seja, é feita análise para todo o ciclo de vida da edificação, quando possível, existindo o planejamento e acompanhamento desde a fase de projeto até a fase de operação. E para isso, o SBTool^{PT} diferencia seus processos de análise em dois tipos: um para aqueles que ainda devem ser executados (projetos) e outro para aqueles que já se encontram em fase de operação. Há também diferenciação nos cálculos dos parâmetros de entrada para a avaliação das categorias e desempenho estrutural quando se tratar de um dos três tipos de edifícios: habitacionais, comerciais e de serviços e hoteleiros. Dessa forma, permite um amplo campo de atuação, independente da fase em que se encontra a edificação, diferentemente de algumas certificações que são excludentes neste aspecto e impedem a selagem. O Quadro 3.13 traz os parâmetros mencionados, divididos entre as três dimensões.

Quadro 3.13 – Dimensões, categorias e parâmetros utilizados pela metodologia SBTool^{PT}.

Dimensão Ambiental			
Categorias		Parâmetros	
C1	Alterações climáticas e qualidade do ar exterior	P1	Valor agregado das categorias de impacto ambiental de ciclo de vida do edifício por m ² de área útil de pavimento e por ano.
C2	Uso do solo e biodiversidade	P2	Percentagem utilizada do índice de utilização líquido disponível.
		P3	Índice de impermeabilização.
		P4	Percentagem da área de intervenção previamente contaminada ou edificada.
		P5	Percentagem de áreas verdes ocupadas por plantas autóctones.
		P6	Percentagem da área em plantas com reflectância igual ou superior a 60%.
C3	Eficiência Energética	P7	Consumo de energia primária não renovável na fase de utilização.
		P8	Quantidade de energia que é produzida no edifício através de fontes renováveis.
C4	Materiais e resíduos sólidos	P9	Percentagem em custo de materiais reutilizados.
		P10	Percentagem em peso conteúdo reciclado do edifício.
		P11	Percentagem em custo de produtos de base orgânica que são certificados.
		P12	Percentagem em massa de materiais substituto de cimento no betão.
		P13	Potencial das condições do edifício para promoção da separação de resíduos sólidos.
C5	Utilização eficiente da água e efluentes	P14	Volume anual de água consumido per capita no interior do edifício.
		P15	Percentagem de redução consumo de água potável.

Dimensão Social			
Categorias		Parâmetros	
C6	Conforto e saúde dos ocupantes	P16	Potencial de ventilação.
		P17	Percentual em peso de materiais de acabamento com baixo conteúdo de COV*.
		P18	Nível de conforto térmico médio anual.

		P19	Média do Factor de Luz do Dia Médio.
		P20	Nível médio de isolamento acústico.
C7	Acessibilidade	P21	Índice de acessibilidade a transportes públicos.
		P22	Índice de acessibilidades a amenidades.
C8	Sensibilização e educação para a sustentabilidade	P23	Disponibilidade e conteúdo do Manual de Utilização do edifício.
Dimensão Econômica			
Categoria		Parâmetros	
C9	Custos de ciclo de vida	P24	Valor do custo do investimento inicial por m ² de área útil.
		P25	Valor atual dos custos de utilização por m ² de área útil.

Nota: COV = compostos orgânicos voláteis, compostos químicos poluentes que podem provocar intoxicação.

Fonte: Andrade (2009).

De forma análoga à apresentada no processo de certificação Procel Edifica, o SBTool associa o desempenho em cada um dos parâmetros numa escala que vai de A⁺ a E, através da pontuação obtida pela análise feita com valores entre 0, indicando um valor de referência ou uma prática convencional, e 1, o melhor valor. O Quadro 3.14 detalha a associação entre os valores e a classificação obtida.

Quadro 3.14 – Escala de classificação de um parâmetro.

Melhor Prática	A⁺	$P > 1,00$
	A	$0,70 \leq P \leq 1,00$
	B	$0,40 \leq P \leq 0,70$
	C	$0,10 \leq P \leq 0,40$
Prática Convencional	D	$0 \leq P \leq 0,10$
	E	$0 < P$

Fonte: Andrade (2009).

Para os parâmetros da dimensão ambiental, a ferramenta se apoia no método TRACI, *Tool of Reduction and Assessment of Chemicals and Others Environmental Impacts*, da Agência de Proteção Ambiental americana (*Environmental Protection Agency*, EPA), que quantifica e leva em conta a extensão, intensidade e a duração do impacto causado no ambiente e relaciona com um peso a cada um dos

parâmetros. Já para as dimensões social e econômica são utilizados métodos científicos baseados em amostras e estatística e formulações matemáticas para se colocar pesos em cada um dos parâmetros e equilibrar os valores alcançados. Ao fim, na avaliação geral da edificação, tem-se a seguinte distribuição dos pesos: 30% do nível global de sustentabilidade é devido à dimensão econômica, outros 30%, para a dimensão social e os 40% restantes, para a dimensão ambiental.

O resultado da avaliação global e o certificado são apresentados de duas formas distintas (ou dois níveis) num mesmo documento. No primeiro nível, são apresentados os desempenhos parciais de cada uma das nove categorias avaliadas. Já no segundo nível, são apresentadas as notas de cada uma das três dimensões e a nota geral obtida pela edificação. A Figura 3.17 exemplifica o aspecto geral de uma avaliação de edificação, mostrando os detalhes presentes no certificado, tais como os dados de endereço e identificação do edifício, até mesmo com espaço para uma imagem (elevação frontal ou alçado principal), e identificação do avaliador e do responsável pela certificação, ao fim.

Certificado de Sustentabilidade

Nº Certificado


SBTOOL^{pt}
ferramenta para a construção sustentável

1 - IDENTIFICAÇÃO DO EDIFÍCIO

Foto (alçado principal)

TIPO ☐ Edif. Habitação Unifamiliar ☐ Edif. Habitação Multifamiliar

MORADA / SITUAÇÃO

Rua/Avenida/Praça

Localidade Freguesia

Concelho Código Postal - ,

Imóvel inscrito na Cons. do Reg. Predial de

Sob o nº Art. Matricial nº

2 - ETIQUETA DE SUSTENTABILIDADE

 Desempenho ao nível de cada dimensão
Nota Global (NG)
Legenda da ferramenta **SBTOOL**^{pt}

NG	NA	NS	NE
Nota Global	Nota Ambiental	Nota Social	Nota Económica
	- Alterações climáticas e qualidade do ar exterior - Biodiversidade - Energia - Materiais e resíduos sólidos - Água	- Saúde e conforto dos utilizadores - Acessibilidade - Sensibilidade e educação para a sustentabilidade	- Custos de ciclo de vida



3 - DESAGREGAÇÃO DO DESEMPENHO POR CADA CATEGORIA

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	Legenda
A+										C1 Alterações climáticas e qualidade do ar exterior
A										C2 Biodiversidade
B										NA C3 Energia
C										C4 Materiais e resíduos sólidos
D										C5 Água
E										C6 Saúde e conforto dos utilizadores
										NS C7 Acessibilidade
										C8 Sensibilidade e educação para a sustentabilidade
										NE C9 Custos de ciclo de vida

Nome do responsável pela emissão do certificado

Avaliador

Data de emissão

ENTIDADE SUPERVISORA


 International Initiative
for a Sustainable
Built Environment

Figura 3.17 – Aspecto geral da certificação SBToolPT.

Fonte: Habitat Lab (2016).

3.2.1 Determinação da eficiência

Diante da quantidade de categorias e parâmetros apresentados na avaliação do SBTool^{PT}, este trabalho vai focar apenas na categoria C3, referente à Eficiência Energética. Inserida na Dimensão ambiental, a categoria C3 divide-se em dois parâmetros: P7 e P8. Cabe aqui ressaltar que as outras categorias e parâmetros não fazem parte do foco deste estudo desenvolvido, apesar de serem importantes na composição do resultado do grau de sustentabilidade da metodologia do SBTool^{PT} para uma edificação analisada, sendo calculados matematicamente da mesma forma que serão apresentados os cálculos para os parâmetros P7 e P8. Desta forma, ao apresentar os procedimentos aritméticos para se alcançar uma nota de um único parâmetro, infere-se que são feitos os mesmos procedimentos para todos os outros parâmetros, diferenciando apenas os dados de entrada para obtenção dos resultados específicos.

Por meio de decretos legislativos, Portugal possui regulamentações que tratam dos requisitos referentes ao comportamento térmico das edificações, qualidade do ar, além de fornecer os parâmetros para o processo de certificação das edificações, incluindo a parte de eficiência energética. O Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE) fornece as diretrizes para o processo de certificação dividindo-se em Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS). E dependendo da tipologia da edificação existem valores mínimos estipulados nestes regulamentos e que devem ser seguidos obrigatoriamente.

Segundo Andrade (2009), visando a determinação das necessidades nominais de energia para climatização e para todos os outros fins (iluminação, elevadores etc.), utiliza-se um único indicador, o Indicador de Eficiência Energética (IEE_{nom}). Este indicador representa a quantidade de energia por metro quadrado que um espaço necessita para manter as condições de conforto de referência, limitando seu valor em função da atividade desempenhada pela edificação e pela idade do imóvel, sendo que edificações existentes tem limites menos exigentes em relação às novas. Pretende-se assim, quantificar a energia utilizada no edifício não proveniente de fontes renováveis, buscando reduzi-la.

O desempenho do parâmetro P7 é dado pelo resultado da quantidade de energia primária não-renovável (P_{ENR}) consumida durante a fase de utilização, de acordo com o processo descrito no RECS. O valor referente à prática convencional é dado pelo valor limite dos consumos globais específicos dos edifícios de serviços existentes (IEE de referência), enquanto que o valor referente a melhor prática é dado por um valor mínimo necessário para atingir o desempenho A^+ .

O segundo parâmetro P8, que trata da quantidade de energia produzida a partir de fontes renováveis, é de grande importância para a atual realidade mundial, já que a maioria das fontes energéticas utilizadas

são provenientes de recursos não-renováveis. E o desempenho da edificação sob este parâmetro é avaliado estimando o valor de energia produzida nela anualmente por fontes renováveis (P_{ER}), por meio da quantificação da contribuição de sistemas como coletores solares, sistemas de aquecimento solar entre outros, utilizando-se da ferramenta de informática apropriada. Esta metodologia utiliza como prática convencional quando uma solução satisfaça 50% das necessidades de energia. Já a melhor prática seria obtida quando houver um acréscimo de 20% no atendimento às necessidades anuais globais estimadas de energia primária.

Todos os parâmetros, inclusive os da categoria C3, são calculado de forma a se obter um valor adimensional entre 0 (pior valor) e 1 (melhor valor) a partir dos valores de cada parâmetro mensurado, segundo a Equação (3.5 de Díaz e Romero (2004):

$$\bar{P}_i = \frac{P_i - P_{i*}}{P_i^* - P_{i*}} \forall i \quad (3.5)$$

onde:

P_i = resultado da quantificação do parâmetro i ;

P_{i*} = valor de prática convencional para o parâmetro de sustentabilidade i ;

P_i^* = valor da melhor prática para o parâmetro de sustentabilidade i .

3.3 INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Apresentadas as duas certificações de análise de eficiência energética no Brasil e em Portugal, são necessárias algumas informações para melhor compreensão do trabalho.

Sendo o Procel uma ferramenta de análise apenas de eficiência energética e o SBTool, de análise do grau de sustentabilidade de uma edificação, são necessárias algumas considerações para equalizar os resultados obtidos em diferentes estruturas e regiões.

Vale ressaltar que algumas informações obtidas por meio do trabalho científico realizado por Coto (2016) são fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Uma destas informações é a respeito da principal conclusão obtida pela análise comparativa entre as certificações brasileira e portuguesa, que mostra resultados bastante próximos com relação à eficiência energética de um edifício brasileiro (Hotel GJP Prodigy-Linx) elaborada a partir das duas ferramentas distintas. Outra informação relevante, extraída do mesmo trabalho, é a avaliação completa para a certificação Procel (que pode ser conferida no Anexo V), o que permite a utilização direta de dados reais para o Capítulo 4.

CAPÍTULO 4

ESTUDO DE CASO

Na tentativa de entender os motivos da não adesão mais ampla de certificações de eficiência energética, foi feito um levantamento de dados sob os aspectos ambiental, econômico, social de dois edifícios de serviço que possuem alguma das certificações anteriormente discorridas ao longo do trabalho. Sendo que uma das edificações analisadas se localiza no Brasil e a outra, em Portugal. A predileção pela análise de edifícios de serviços foi feita com base na maior atuação do Estado ou da iniciativa privada e a forte presença deste setor no mercado imobiliário e na economia em ambas as localidades. O estudo destes edifícios permite entender, considerando os aspectos observados, de uma melhor forma as vantagens em relações às outras edificações de serviço não certificadas locais.

Como anteriormente dito, no Brasil existem, proporcionalmente a sua grande extensão, poucos edifícios certificados. E em Portugal, apesar das imposições sofridas pela União Europeia, ainda são pouco numerosos as edificações com algum certificado. A maior concentração destes empreendimentos está localizada nas regiões sul e sudeste do Brasil, e no caso de Portugal, na região sul. Por isso, foram selecionados um edifício de serviço na cidade Confins (MG), no Brasil, e outro na cidade de Lisboa, em Portugal, duas cidades de grande importância para os dois países. Na sequência são dados maiores detalhes a respeito das edificações e, em seguida, são feitos os levantamentos a respeito da legislação e regulamentação na qual cada caso está inserido e sobre valores envolvidos nas estruturas com sistemas eficientes.

4.1 HOTEL GJP LINX-PRODIGY



Figura 4.1 – Parte frontal do Hotel GJP Linx-Prodigy.

Fonte: GJP Hotels e Resorts (2016).

Edifício (Figura 4.1) de serviço do setor hoteleiro localizado na região sudeste, mais especificamente na cidade de Confins, município de Lagoa Santa, Minas Gerais (MG), próximo ao Aeroporto Internacional Tancredo Neves e está dentro da zona bioclimática ZB2.

Ocupando uma área total de 15.820 m², conta com uma torre dividida em 11 pavimentos, com área construída de 8.982,13 m², e com um total de 162 unidades de apartamentos, sendo 123 apartamentos três estrelas e 39, quatro estrelas. O Hotel possui, em sua cobertura, 60 painéis solares instalados, possibilitando o aquecimento de 40% da água quente utilizada, sendo o restante da água aquecida através do sistema de aquecimento a gás.

4.1.1 Certificação Procel

Faz-se a seguir um resumo dos resultados obtidos pela certificação do Hotel, por meio de relatório de inspeção que pode ser consultado integralmente ao fim do trabalho, no Anexo V.

O Hotel GJP Linx-Prodigy foi inspecionado já em sua fase de operação pela Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras (CERTI), utilizando o método Prescritivo, obtendo portanto uma ENCE Geral (Figura 4.2), já que sua avaliação abrangia os três sistemas: Envoltória, Sistema de Iluminação e Condicionamento de ar. Por utilizar o método Prescritivo, as classificações ficam sujeitas aos valores definidos em cada um dos sistemas, conforme anteriormente citado.

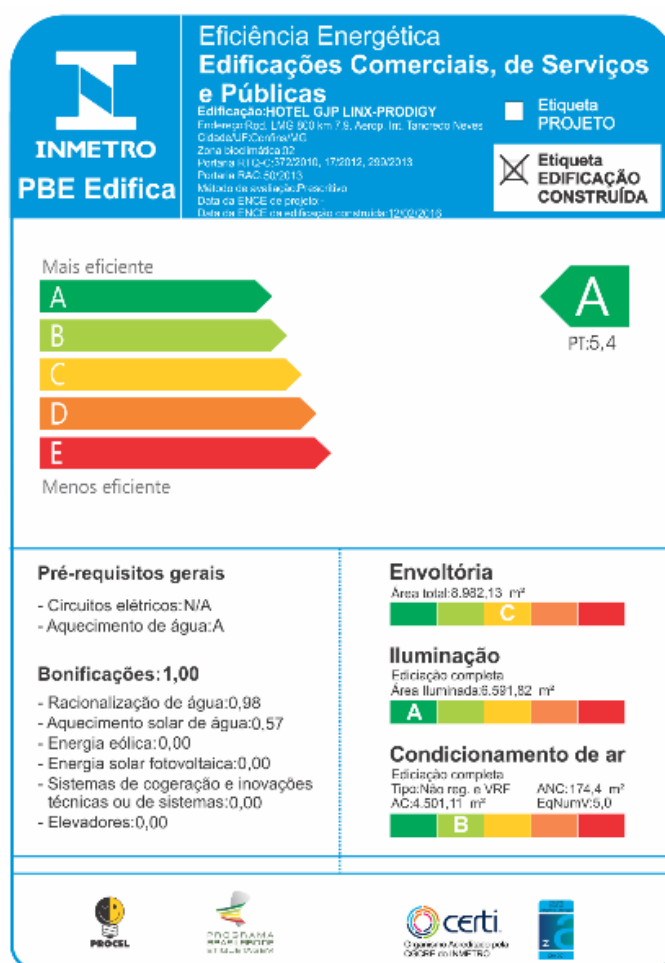


Figura 4.2 – ENCE Geral o Hotel GJP Linx-Prodigy.

Fonte: Coto (2016).

Com relação à Envoltória, como indicado anteriormente, é feita a verificação de atendimento aos pré-requisitos e posteriormente, feito o cálculo dos IC de referência, dependendo da Zona Bioclimática em que está inserida a edificação, da área de projeção e de fatores de relativos a incidência solar na estrutura (forma, aberturas e estruturas de proteção solar). Pretende-se ao fim da inspeção da Envoltória, entender o grau de influência do sistema no consumo energético.

No relatório de inspeção, são apresentados os dados de entrada para uma das equações utilizadas no cálculo do IC para a edificação, conforme o Quadro 4.1 exhibe. Com estes parâmetros definidos e aplicados na equação adequada, chega-se ao valor de IC_{env} de 82,28, alcançando assim a classificação com nível de eficiência A. Apesar disso, a nota de classificação final da Envoltória é C, pois a avaliação dos pré-requisitos (transmitância térmica e absorvância solar da cobertura e das paredes) apresentou valores cuja classificação foi menor, sendo B o nível obtido tanto pela avaliação da transmitância térmica quanto da absorvância das paredes, e C, obtidos pela cobertura, representando o valor final da Envoltória.

Quadro 4.1 – Parâmetros de entrada no cálculo do IC.

Parâmetros	Valor	Unidade
Zona Bioclimática	02	Adimensional
Área de projeção do edifício (A_{PE})	816,56	m ²
Área de envoltória (A_{Env})	5.956,97	m ²
Volume Total (V_{Tot})	29.540,75	m ³
Área de projeção de cobertura (A_{PCob})	930,39	m ²
Área Total (A_{Tot})	8.982,13	m ²
Fator de Forma (FF)	0,20	Adimensional
Fator Altura (FA)	0,10	Adimensional
Percentual de Abertura na Fachada (PAF)	7,7%	%
Fator Solar (FS)	0,43	Adimensional
Ângulo Vertical de Sombreamento (AVS)	0,00	Graus
Ângulo Horizontal de Sombreamento (AHS)	0,00	Graus
Índice de Consumo (IC) – Edifício Construído		82,28

Fonte: Coto (2016).

Com relação ao Sistema de Iluminação, foi feita a avaliação da eficiência da edificação completa, usando o método das áreas. É válido lembrar que, por meio deste método, é feita a inspeção de cada ambiente isoladamente e, ao fim, realiza-se a comparação entre as potências instalada e a potência limite (Figura 4.3), determinada de acordo com a atividade desenvolvida pela edificação. O Hotel obteve classificação final do sistema de iluminação nível A, apesar de não seguir inteiramente todos os três pré-requisitos em alguns ambientes.

Atividades	Área (m ²)	Potência instalada (W)	Potência Limite (W)			
			Nível A	Nível B	Nível C	Nível D
Função 1: Hotel	8.280,51	58.808,53	89.429,46	102.678,27	115.927,08	130.003,94
Função 2:	-	-	-	-	-	-
Função 3:	-	-	-	-	-	-
Total	8.280,51	58.808,53	89.429,46	102.678,27	115.927,08	130.003,94
EqNum	5,00		A	B	C	D

Figura 4.3 – Potência instalada para cada atividade principal.

Fonte: Coto (2016).

Dos ambientes avaliados, 492 (cerca de 96,5%) atendiam aos três pré-requisitos (divisão dos circuitos, contribuição da luz natural e desligamento automático), apresentando assim nível A. Dos ambientes restantes, 17 (cerca de 3%) atendiam ao critério de divisão dos circuitos, mas não ao de contribuição da luz natural, obtendo assim classificação C. Ainda houve um único ambiente, classificado com nível D, por atender apenas ao critério de desligamento automático.

Em relação ao condicionamento de ar, novamente toda a edificação foi inspecionada, abrangendo uma área condicionada de 4.501,11 m² e 174,4 m² de área de permanência prolongada com ventilação natural. Por não possuir equipamentos regulamentados pelo INMETRO, foi feito o levantamento da eficiência de cada um separadamente, por dois sistemas: Condicionadores não etiquetados e Condicionadores não etiquetados - Sistema VRF. O Hotel obteve classificação de eficiência A no atendimento de todos os requisitos aplicáveis para este nível. Porém, por não atender a um dos pré-requisitos (Isolamento Térmico das tubulações), tem limitado a classificação ao nível B. Além disso, muito dos equipamentos listados (pela inspeção) apresentaram eficiência C ou D, obteve ao fim um EqNum de 4,2, o que representa uma nota B, conforme mostram o Quadro 4.2 e a Figura 4.4.

Quadro 4.2 – Sistemas de condicionamento de ar.

Sistemas	Capacidade [kW]	Equivalente Numérico
Condicionadores etiquetados pelo INMETRO	-	-
Condicionadores não etiquetados	322,64	2,8
Condicionadores não etiquetados - Sist. VRF	570,09	5,0
Resfriadores de líquidos	-	-

Fonte: Coto (2016).

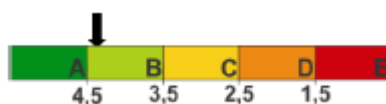


Figura 4.4 – Equivalente numérico obtido pelo Sistema de Condicionamento de Ar.

Fonte: Coto (2016).

A avaliação geral da edificação indicou que, além das classificações dos três sistemas, o Hotel obteve a bonificação de 1,0. A classificação geral de eficiência final da edificação foi A, por atender os pré-requisitos de circuito elétrico e aquecimento de água. No caso do cumprimento do pré-requisito de circuito elétrico para obter nível A, por se tratar de um hotel não é aplicável, como já dito anteriormente, apesar disso a edificação possui sistema automático de desligamento dos quartos, o que possibilita a obtenção do nível

máximo. Com relação ao cumprimento do pré-requisito de aquecimento de água, o Hotel utiliza dois sistemas para aquecer um grande volume de água: sendo 40% aquecido por sistema solar e 60% por aquecedores a gás tipo instantâneo.

4.1.2 Legislação brasileira

O Governo brasileiro vem investindo de forma gradual em programas diversos ligados à sustentabilidade e eficiência energética, desde a década de 1980, conforme Figura 4.5. Destaca-se o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), instituído em 30 de dezembro de 1985, pela Portaria Interministerial n° 1.877, que promove o uso eficiente da energia elétrica e combatendo o seu desperdício. O programa foi, ao longo dos anos, tomando dimensões cada vez maiores e, por isso, ganhando subdivisões que se tornaram responsáveis por certos setores tais como: Equipamentos, Edificações, Iluminação Pública, entre outros.



Figura 4.5 – Marcos legislativos em relação às certificações de eficiência em edificações.

Fonte: Sebrae (2014).

“O marco legal é a lei n° 10.295/01 e o decreto n° 4.059/01 que a regulamenta. Ambos dispõem sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, atribuindo ao poder executivo a prerrogativa de estabelecer níveis máximos de consumo ou mínimos de eficiência para máquinas e aparelhos consumidores de energia, que permitiu determinar critérios para a etiquetagem de edificações”. (Sebrae, 2014)

Em se tratando de legislação a respeito de eficiência energética em edificações especificamente, não há qualquer uma que torne obrigatória a adoção de alguma certificação, que ateste a sustentabilidade ou o grau de eficiência destas estruturas, ou que obrigue a adoção de medidas que garantam estruturas com funcionamento otimizado e sem desperdício energético. O que vem sendo feito é adoção de programas governamentais, no âmbito nacional, apenas de planejamento e estabelecimento de metas na tentativa de redução das necessidades energéticas de equipamentos e sistemas, além de ampliar o uso de fontes renováveis (como a energia solar), seguindo as metas de contribuição nacional traçadas no Acordo de Paris (2015), que propõe o alcance de 45% de participação de fontes renováveis na matriz energética brasileira até 2030, entre outras. Já no âmbito local, em diversas cidades brasileiras, existem leis e decretos de adoção facultativa de medidas voltadas para a sustentabilidade das edificações e também para a eficiência das mesmas, mas que premiam soluções neste sentido, promovendo incentivos fiscais e econômicos, tais como redução ou isenção de pagamentos de impostos regionais.

Durante alguns anos que precederam a realização da Copa do Mundo de 2014 e das Olimpíadas de 2016, ambos os eventos no Brasil, foram destinados, por meio de programas de governo, uma vultuosa quantidade de dinheiro em infraestruturas por todo o país, mas principalmente nos locais de realização dos eventos. Uma parte destes investimentos feitos, em setores diversos, também esteve voltado para construção de estruturas com menor impacto ambiental e com sistemas eficientes. Os principais setores beneficiados foram o de comércio e serviços, incluindo o setor de hotelaria, já que seriam de fundamental importância para o atendimento das atividades durante os eventos.

Em países como a Alemanha, em que a legislação e atuação do Governo é mais forte, por meio de fiscalização e incentivos, já existem cidades inteiras com sistemas eficientes e sustentáveis certificadas, inseridas no conceito de *Smart Cities*, locais onde as estruturas são integradas e dotadas de tecnologias, permitindo a gestão de recursos e um planejamento urbano voltado principalmente para a sustentabilidade. Com isso, fica evidente a dependência de incentivos fornecidos pelo governo, mas principalmente de uma legislação mais rigorosa, juntamente com a fiscalização para garantir uma considerável evolução na implementação das certificações como um todo.

4.2 EDIFÍCIO SOLAR XXI

Localizado na cidade de Lisboa, ao sul de Portugal, dentro do campus do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG), numa região com pouco trânsito e com espaços verdes. Foi a primeira edificação portuguesa cujas necessidades energéticas são quase nulas, os chamados *Near Zero Energy Buildings*.

Sua fachada principal (Figura 4.6) é orientada exatamente para o sul, o que garante, neste caso em que a localização ocorre no hemisfério norte, uma alta captação solar, permitindo assim aquecimento por meio de uso de sistemas passivos, além de iluminação natural.



Figura 4.6 – Fachada principal do edifício Solar XXI.

Fonte: REHVA (2015).

Espaço destinado ao setor de serviços, pesquisas científicas, com uma área total de 1.500 m² e dividido em três andares. Com a maioria de suas salas de ocupação permanente voltadas para o sul, onde a incidência solar é maior no hemisfério norte, as salas de reunião e laboratórios, locais de ocupação não contínua, voltadas para o norte, e a região central com um corredor, separando ambos os lados, e uma claraboia que atinge os três pavimentos, mostra um arquitetura que se preocupa em aproveitar o máximo possível da iluminação natural.

Sua fachada ainda é dotada de painéis solares fotovoltaicos obtendo, em uma área de 96 m², além de captação da radiação solar para fornecimento de energia interna ao edifício, o aquecimento das áreas internas contíguas, por meio de um sistema integrado ao sistema da edificação.

4.2.1 Certificação SBTool^{PT}

Em relação à certificação obtida pelo edifício por esta metodologia, por abranger uma série de fatores e parâmetros sob as três dimensões de análise (Ambiental, Social e Econômica) e os mesmos não serem todos focos do trabalho, discute-se a seguir apenas sob a ótica da categoria de Energia (C3), conforme dito anteriormente.

A partir disso, tem-se o desempenho da categoria obtido pelos resultados dos dois parâmetros (P7 e P8), cujos valores para análise são dados pela Tabela 4.1, de acordo com os estudos de Andrade (2009).

Tabela 4.1– Valores dos Indicadores de Eficiência Energética necessários para o cálculo de P7 e P8.

Descrição	Valor	Unidade ³
IEE _{nom}	31	kgep/m ² ·ano
IEE _{ref}	40	kgep/m ² ·ano
IEE _{ref A+}	31	kgep/m ² ·ano
E _{solar}	606,04	kgep/ano
E _{ren}	5.800,00	kgep/ano
C _{AQS}	738,18	kgep/ano
C _{Tot}	50.862,70	kgep/ano

Fonte: Andrade (2009).

Diante destes valores, obteve-se o valor normalizado de 1,0, o que representa a classificação de eficiência nível A para o parâmetro P7.

Já para o parâmetro P8, com o auxílio de um software, foi possível a obtenção da produção de energia anual por meio de fontes renováveis, considerando as características reais dos painéis solares instalados, dos coletores solares e também a estimativa de consumo de água levantado durante o estudo de Andrade, chegando-se ao valor total de energia renovável de 6.406,04 kgep/ano (P_{ER}). Calculando-se o valor normalizado (adimensional de 0 a 1) para o parâmetro P8 obteve-se o valor de 0,26, o que corresponde a classificação nível E de eficiência. A Tabela 4.2 exibe os resultados obtidos na categoria C3, considerando inclusive o fator de ponderação (50% - devido a existência de apenas dois parâmetros na categoria).

Tabela 4.2 – Resumo dos resultados obtidos na categoria C3 (Eficiência Energética).

Parâmetro	Valor	Valor Normalizado	Avaliação	Factor de Ponderação (%)	Valor Ponderado
P7 – P _{ENR}	31 kgep/m ² ·ano	1,0	A	50	0,50
P8 – P _{ER}	6406,04 kgep/ano	0,26	E	50	0,13
DESEMPENHO DA CATEGORIA					0,63

³ Uma das unidades presentes é quilograma equivalente de petróleo (kgep), unidade de energia, cujo valor unitário (1 kgep) é de aproximadamente 11,63 kWh.

Fonte: Andrade (2009).

Com o desempenho resultante de 0,63, tem-se que a categoria obteve classificação final nível C, como mostra a Figura 4.7.



Figura 4.7 – Classificação final por categoria do Edifício Solar XXI.

Fonte: Andrade (2009).

4.2.2 Legislação portuguesa

A regulamentação portuguesa relativa à eficiência energética e controle de consumo de forma geral, diferentemente do Brasil, é mais recente e tem como base das diretrizes para ações internas o que era estipulado pelo Parlamento Europeu. A partir de 4 de abril de 2006, Portugal passou a ter uma legislação própria, ainda que baseada nas diretrizes europeias, porém com características formatadas à própria realidade.

Os Decreto-Lei nº 78/2006, Decreto-Lei nº 79/2006 e Decreto-Lei nº 80/2006, por meio de ordenamento jurídico, criou o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios, o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios e o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios, respectivamente. Estes foram os marcos para o controle do consumo e implementação de sistemas eficientes por todo o território português, atingindo principalmente ao principal ponto de grande consumo energético nas edificações nacionais: o condicionamento ou climatização do ambiente.

De acordo com estes regulamentos, havia a obrigação de se cumprir com requisitos de eficiência todas as novas edificações ou aquelas sujeitas a grandes intervenções, o que representava naquele momento uma grande dificuldade no cumprimento. Apesar disso, em pouco tempo, muitos esforços foram empregados pelo Governos português, promovendo não somente a eficiência das estruturas e a certificação energética, como também a utilização crescente de fontes renováveis, ampliando as experiências e melhorando a aplicação de métodos de avaliação das edificações.

Com a publicação de uma nova diretiva do Parlamento Europeu e do Conselho, em 2010, que tornou mais claro alguns princípios tratados pela diretiva anterior, além de introduzir novas disposições reforçando a promoção do desempenho energético de sistemas e das edificações, por meio das metas e desafios acordados pelos Estados-Membros para 2020. Conhecido também como “UE 20-20-20” foram traçados os seguintes objetivos para 2020:

- a) redução de 20% nas emissões de Gases de Efeito Estufa;
- b) 20% de energia provenientes de fontes renováveis e
- c) aumento de 20% na eficiência energética.

A partir daí, Portugal fez uma revisão da sua legislação e promoveu melhoria em relação à sistematização e na forma de aplicação das regulamentações. Uma das principais alterações foi a junção num único sistema das diretrizes para execução, manutenção, controle, operação e certificação de sistemas prediais no que tange ao desempenho energético, o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), que passa a conter os requisitos e as informações necessárias específicas às edificações habitacionais (REH) e às de comércio e serviços (RECS) e gerais seja para estruturas novas, para aquelas que estejam sujeitas a grandes intervenções ou para as existentes. Tal medida promoveu a harmonização conceitual e terminológica, além de facilitar a interpretação dos destinatários das normas e flexibilizar alguns requisitos, anteriormente estipulados, de forma a se obter melhores resultados.

O edifício Solar XXI foi inaugurado em 2006, estando, portanto, inserido na primeira fase de implementação de sistemas eficientes. Sua estrutura, porém, já apresenta muitas características do edificado que se planeja implementar ao longo dos próximos anos, em que as estruturas apresentam um altíssimo desempenho, necessitando de um baixo consumo energético para algumas funcionalidades, os conhecidos *Nearly Zero Energy Buildings* (NZEB).

4.3 CICLO DE VIDA E VALORES ENVOLVIDOS

Toda e qualquer tipo de edificação, antes de ser executada deve ser muito bem planejada, de forma a se obter as melhores soluções para as características pertinentes a cada projeto. Dentro do planejamento são, ou deveriam ser, previstas situações não somente para a fase de execução, como para todo o ciclo de vida do empreendimento. Situações estas que variam desde a parte legislativa para início das obras até o tempo necessário para troca ou manutenção de determinado equipamento a ser utilizado no empreendimento.

Para se obter um bom planejamento, é necessário se pensar também nos custos envolvidos em cada uma das fases do empreendimento. Conforme o andamento do projeto, qualquer interferência posterior ao que fora previsto, torna-se mais difícil de ser executado além de representar um acréscimo do custo total.

Por isso, é muito importante que se invista em ferramentas e maior tempo na fase inicial, antes de se chegar a fase de execução no caso de novos edifícios, ou com o planejamento e estudo das alterações a serem feitas no caso de uma reforma em edifícios já em operação.

Uma alternativa para auxiliar no planejamento do ciclo de vida do empreendimento, e que vem ganhando espaço em todo o mundo, é a metodologia de Modelagem de Informação da Construção ou *Building Information Modeling* (BIM), que se apresenta por meio de conjunto de processos, políticas e o uso de ferramentas colaborativas na projeção, construções e operação de um empreendimento. O arquiteto americano Patrick MacLeamy criou uma curva que relaciona justamente os custos, o esforço de uma equipe ou efeito causado pelo uso de uma ferramenta ao longo de parte do ciclo de vida de uma construção, conforme mostra a Figura 4.8.

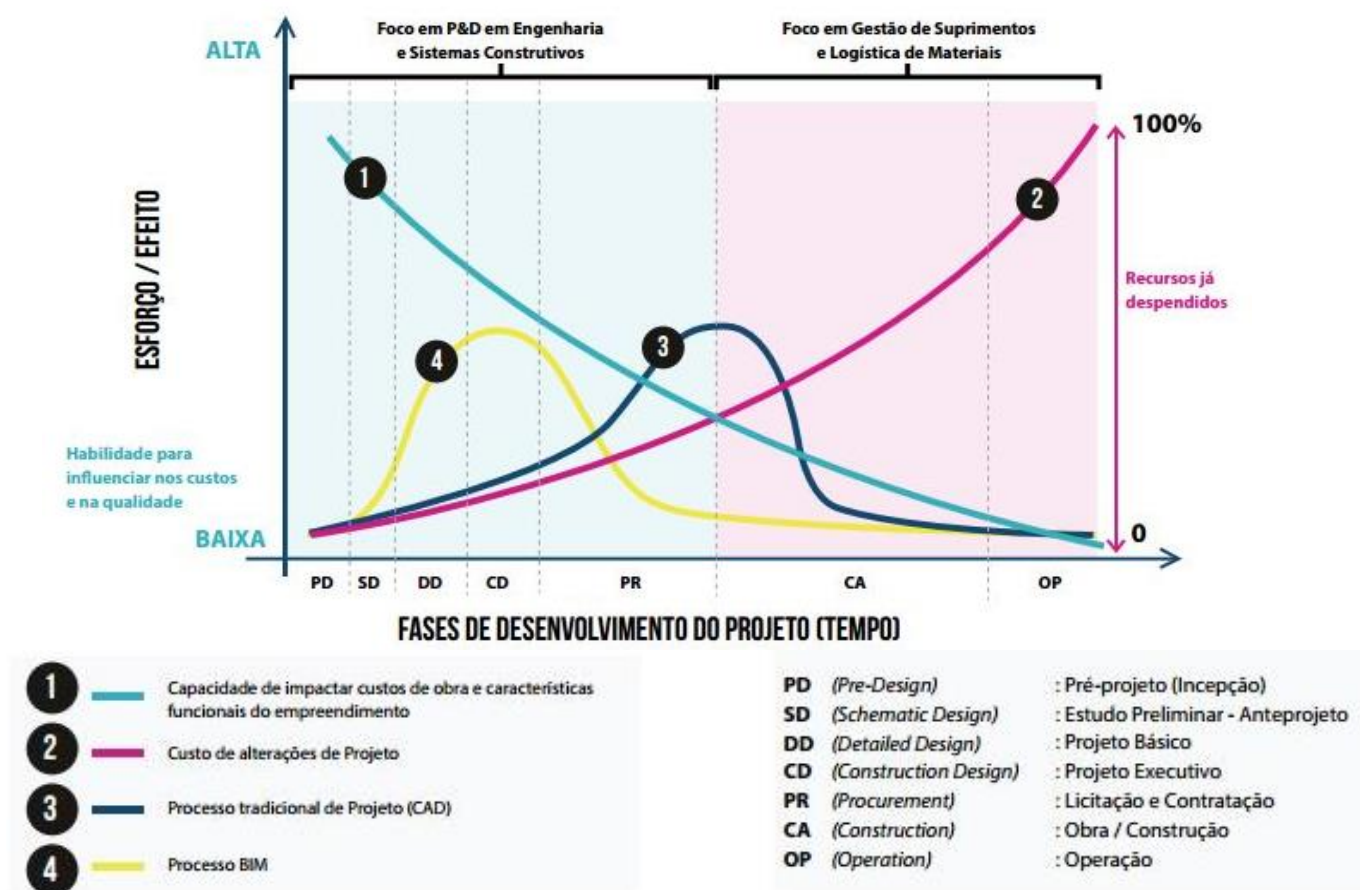


Figura 4.8 – Curva de MacLeamy.

Fonte: Maritan (2017).

A curva traz informações importantes para o planejamento. Primeiramente reitera a informação de que com o avanço da construção, qualquer alteração feita tem custo cada vez maior quanto mais próxima do fim do ciclo de vida da construção (curva 2). A equipe de trabalho tem uma grande influência sob as características funcionais e no custo da obra no primeiro momento, mas vai diminuindo este impacto ao

se aproximar do fim (curva 1). E por último, por meio de método tradicional, com projetos 2D, a maior parte do esforço se concentra na fase de documentação (curva 3), enquanto que na metodologia BIM, o esforço maior se dá no início, no detalhamento. Com a metodologia BIM, é possível extrair todas as informações necessárias na fase de documentação, além de possibilitar à equipe a vantagem de modificações do projeto a um custo muito menor, já que ocorre em fase inicial, e também por um processo integrado, ou seja, o desenvolvimento de cada especialidade é feita de forma simultânea com o andamento do projeto, evitando desperdício de matéria-prima e insumos durante a fase de execução.

O custo relativo a modificações, visando obter sistemas eficientes e/ou sustentáveis, vai depender muito do momento em que estas são realizadas. São, portanto, menos onerosos aqueles projetos executados com estas características desde o início (como o Edifício Solar XXI), quando comparados às obras executadas sobre edificações já existentes (como o Hotel GJP Linx-Prodigy). Estima-se que edifícios sustentáveis custem de 5 a 10% mais caros na fase de construção, segundo a Direção-Geral de Energia e Geologia (DGEG, 2014), e podem custar de 1 a 8% a mais do custo de construção de um edifício convencional, de acordo com Ceotto e Properties (2008).

Buscou-se sem sucesso informações de custos parciais ou totais de diversas edificações, inclusive dos edifícios estudados neste trabalho, para melhor entendimento das possíveis vantagens ou desvantagens destas estruturas certificadas em relação às convencionais. A resposta à ausência de dados monetários é entendida parcialmente com o estudo do artigo de McGrath (2013), em que se pode inferir que tais dados são divulgados a medida em que existe interesse do mercado imobiliário (interno) na comercialização de edifícios certificados. Portanto, como ambas as certificações (Procel e SBTool) foram desenvolvidas por órgãos sem interesses puramente comerciais, não existe o esforço de setores (como o imobiliário) em investimentos sobre pesquisas, disseminação de novos empreendimentos certificados ou mesmo a divulgação de dados como preços de compra e venda, valorização de área de edificado, entre outras informações similares, tornando qualquer movimento dependente dos governos e órgãos de interesse.

De acordo com um estudo comparativo feito nos Estados Unidos por McGrath (2013), por meio de um levantamento de diversas edificações comerciais e seus respectivos dados voltados para o mercado imobiliário, pode-se chegar à conclusão de que apesar do aumento de valores no processo de compra, o simples fato destes edifícios possuírem uma certificação (LEED, no caso deste estudo) proporcionava maiores taxas de compra e venda. O fato decorre, ainda de acordo com o mesmo estudo, com o aumento significativo de qualidade estrutural – alcançando 80%, dependendo da classe ou nota obtida na certificação – quando comparado às outras não certificadas, além de uma visão mais ampla (dos proprietários e usuários) sob os custos maiores, no momento da compra, serem compensados a longo prazo com aproveitamento energético e de outros recursos naturais disponíveis no ambiente.

No caso da certificação LEED e Energy Star, certificações envolvidas no estudo apresentado por McGrath (2013), estas representaram um aumento de 4%, em relação às edificações não certificadas, no preço médio do pé quadrado⁴ norte americano (US\$ 225.00), naqueles edifícios em que eram certificados por ambos os selos, enquanto que curiosamente nos certificados apenas com LEED este aumento foi de 21% e 23 %, naqueles com selo Energy Star apenas. De qualquer forma, apesar dos valores de compra maiores, considerando que uma edificação dure ao menos 50 anos, por mais prolongado que seja o processo de construção, esta fase representa uma parte minoritária do total, e assim é interessante qualquer sistema que venha gerar benefícios ao longo de toda a fase de operação, tal como uma certificação energética.

⁴ Pé quadrado (ft²) é uma medida de área usual no território dos Estados Unidos, e equivale a aproximadamente 0,093 m².

CAPÍTULO 5

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir do estudo da certificação Procel para o Hotel GJP Linx-Prodigy, relatada de forma resumida, na seção anterior, pode-se observar que, apesar de aparentemente apresentar um procedimento altamente técnico a princípio, seu processo na prática mostra-se simples. São necessários, algumas vezes, o levantamento de dados e cálculos que não são de rápida obtenção, porém se os conceitos necessários são entendidos pelo usuário, este é capaz de aplicar o processo sem apresentar dificuldades e alcançar o nível de eficiência da edificação.

De forma análoga, com o processo de certificação SBTool^{PT} do Edifício Solar XXI, observou-se também que o procedimento não representa um entrave para qualquer usuário, desde que o mesmo obtenha os dados necessários e siga as etapas de cálculo oferecidas em guias para cada um dos parâmetros até a obtenção do nível respectivo de desempenho da edificação. O SBTool^{PT} genericamente apresenta itens de controle e entrada para os cálculos dos parâmetros com um grau maior de dificuldade na obtenção, necessitando de programas e ferramentas para auxiliar nesta primeira etapa.

Em relação à normatização e legislação adotadas no Brasil voltadas para eficiência energética, pode-se dizer ser bastante ampla e que abrange muitos setores e sistemas de forma adequada, atendendo até mesmo padrões internacionais. Porém, a sua aplicação e, portanto, eficácia na implementação de sistemas eficientes, é bastante reduzida, visto que são poucas medidas obrigatórias a serem cumpridas em todo o território brasileiro.

Os incentivos, utilizados na tentativa de ampliar o número de sistemas eficientes, são as ferramentas de maior alcance deste objetivo em todos os países. Enquanto que no Brasil programas do Governo Federal de investimentos esporádicos promovem edificações mais eficientes de forma isolada, em Portugal existe um movimento planejado, o Plano Nacional de Ação para Eficiência Energética (PNAEE), de investimentos em diversos setores e sistemas, também por meio de programas governamentais, executado em etapas que deve obter consideráveis mudanças nos próximos anos.

Diretamente relacionado ao planejamento do Governo português, e em sintonia com o escopo desenvolvido pelos Estados-Membros da União Europeia a longo prazo, está a legislação e normatização

de sistemas eficientes e sustentáveis em Portugal. Os decretos e diretrizes legais desenvolvidos, juntamente com o planejamento do país, promoveram importantes mudanças no que tange a eficiência energética. O Edifício Solar XXI é um exemplo das mudanças que se iniciaram e tendem a melhorar conforme as normas e decretos apresentam melhorias e adequações.

Ainda em relação ao planejamento, observou-se que é de grande importância a compreensão de todo o ciclo de vida das estruturas para gestão de recursos. E o uso de ferramentas de gerenciamento e planejamento, como o BIM, vem possibilitando melhores soluções, além de promover economia sob vários aspectos. Independentemente de que fase se encontra a estrutura, com um bom planejamento é possível reduzir custos dos processos de execução, manutenção ou reabilitação. Porém, quanto mais tardiamente for realizado qualquer alteração, mais custoso e difícil torna-se a execução desta modificação. Portanto, as certificações, por mais onerosas que possam representar a princípio, devem ser analisadas englobando todo o ciclo de vida da estrutura, imaginando que os maiores custos são gerados ao longo da fase de operação e manutenção.

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 FATORES INTERNOS E A SUSTENTABILIDADE

Apesar das peculiaridades que cada país apresenta com relação às dificuldades em relação à oferta e demanda energética, ambos precisam de alternativas para sanar tal questão.

No caso brasileiro, é necessário um olhar mais amplo sob os investimentos no setor energético, descentralizando a ideia de fornecimento e produção de energia elétrica a partir de fontes hídricas (usinas hidrelétricas de pequeno, médio e grande porte) e térmicas (usinas termoeletricas). Estas fontes, além de apresentarem fortes fatores ambientais impeditivos, como a dependência de um regime constante pluvial, no caso das hidrelétricas, e a questão de maior grau de emissão de poluentes, no caso das termoeletricas (já que utilizam como principal fonte energética o carvão), acabam limitando e influenciando muito a economia do país.

Já no caso de Portugal, devido a dependência energética externa, principalmente de combustíveis fósseis, é fundamental o investimento em alternativas para diminuir o impacto causado pela questão. Além disso, fornecer sistemas cada vez mais eficientes e sustentáveis que, portanto, utilizem menos combustíveis, gerem menor degradação ao ambiente (emissão de poluentes e ruídos, por exemplo) e aproveitem melhor os recursos disponíveis no próprio território.

A análise de sistemas de certificação em paralelo, juntamente com o movimento mundial a favor de ações para minimizar os impactos ambientais, permite a observação de que, no caso brasileiro, sua avaliação (Procel) se restringe apenas à eficiência energética dos sistemas enquanto que a tendência de avaliação mais ampla, ou seja, de sustentabilidade é algo certo a ser desenvolvido em âmbito nacional. Isso decorre de alguns fatores tais como investimentos em educação em todos os níveis (do básico ao superior), mudança de cultura social, técnica e profissional, além de pesquisas para encontrar soluções e a eficácia na prática.

A preocupação com os sistemas sustentáveis só tem a agregar à sociedade como um todo, já que geram grandes economias a longo prazo, possuem maior potencial de venda, menor impacto ambiental, além de fornecer qualidade de vida superior aos usuários e às futuras gerações.

6.2 METODOLOGIAS E TÉCNICAS

Diante de tudo o que foi apresentado, tanto em relação ao processo de certificação brasileiro quanto ao português, pode-se observar que são procedimentos tecnicamente bastante simples de serem empregados. Independentemente do usuário que for utilizar qualquer dos métodos na avaliação de eficiência energética de um edifício, não deve apresentar grandes dificuldades, pois o Procel apresenta os procedimentos em detalhes, contendo até mesmo vários exemplos de aplicação no ELETROBRAS e Procel (no caso de edificações de comércio e serviços) e o SBTool^{PT}, por meio de guias (específicas a cada um dos parâmetros) também apresenta todos os itens necessários para levantamento e explica os procedimentos de cálculos a serem realizados.

Com relação a aplicação na prática de qualquer das certificações, é necessário que técnicos e pessoas autorizadas realizem a avaliação de qualquer edificação que se pretenda a obtenção de um selo. E assim, fica evidente a necessidade de ampliar a quantidade destes técnicos e pessoas autorizadas para aumentar o número de análises realizadas em qualquer dos dois países.

Por se tratar de processos simples tecnicamente, de forma geral, tanto o Procel quanto o SBTool^{PT}, em sua aplicação, estes não representam um entrave para a implementação de novos sistemas eficientes. O fator negativo que explique a baixa adesão destes sistemas, e que estaria diretamente relacionado aos processos de aplicação, estaria ligado ao número de empresas e técnicos responsáveis pela avaliação e certificação de ambos os sistemas.

6.3 NORMATIZAÇÕES, LEGISLAÇÕES E INCENTIVOS

No que tange ao processo de normatização e legislação relacionadas à eficiência energética de sistemas e edificações, pode-se apontar dois quadros distintos: a situação da legislação brasileira e a portuguesa.

A legislação brasileira de eficiência energética, apesar de ter surgido há um tempo maior que a portuguesa e ser bastante ampla conceitualmente, aplicando-se a diversos campos e aspectos construtivos, ainda não é amplamente aplicada em território nacional. As normas, decretos e leis vem acompanhando os movimentos externos de controle de consumo de energia e até mesmo se ligando a preocupação de impactos sobre o meio ambiente de forma conceitual. Em se tratando de aplicação, uma pequena parte destas normas, leis e decretos vem sendo concretizada e é obrigatória por todo o território brasileiro.

Já a legislação portuguesa, foi basicamente formada sob as diretrizes e metas estipuladas pela União Europeia há cerca de duas décadas. Desde os primeiros documentos normativos, Portugal vem modificando as edificações novas e existentes, buscando estruturas mais eficientes e posteriormente, mais sustentáveis, com o menor impacto ambiental sem deixar de lado o crescimento econômico.

Por apresentar, há pouco tempo, medidas obrigatórias e ainda estar em processo constante de melhorias na aplicação de processos, seja de avaliação, seja de execução, o país apresenta-se em uma fase de transição e que depende do sucesso do planejamento que vem sendo executado para obter um número significativo de edificações certificadas com um grau de eficiência superior às construções convencionais.

Pode-se observar ainda, que em todo o mundo, existe uma grande dependência de investimentos por parte do Governo de cada nação por meio de incentivos para uma ampla adoção de sistemas e equipamentos eficientes e sustentáveis.

No Brasil, os incentivos ainda são pouco utilizados de forma geral, apenas em pontos isolados (cidades e municípios) são aplicados algum tipo de incentivo que, em geral, são descontos fornecidos na aquisição de sistemas ou diretamente em contas de energia elétrica.

Em Portugal, existem medidas a serem adotadas para aumentar a eficiência dos diversos setores, e estas estão inseridas no Plano Nacional de Ações para Eficiência Energética (PNAEE), que se subdivide em alguns programas que fomentam investimentos de forma específica e que acabam por incentivar a adoção de sistemas eficientes. Este formato de incentivo vem apresentando resultados crescentes em Portugal ao longo dos anos.

6.4 PLANEJAMENTO, CICLO DE VIDA E CUSTOS

Com relação aos investimentos feitos em melhoria para eficiência das edificações, pode-se dizer que para se obter uma melhor solução vai depender de: primeiramente de planejamento bem detalhado, da fase na qual vai se inserir esta solução, e da dimensão que se pretende alterar. Se o planejamento executado tiver falhas, certamente os custos de implantação de sistemas mais eficientes serão mais onerosos.

Em se tratando de novas edificações, antes da fase de execução, além de maiores as possibilidades e de execução mais fácil, os custos para alteração ou adição de elementos à obra representam custos menores quando comparados às edificações existentes, já que a execução ou inserção de novos elementos apresenta restrições e demanda maior grau de dificuldade para fazê-lo.

Dependendo da dimensão que se tem, o investimento realizado mesmo sendo aparentemente grande, pode apresentar um tempo de retorno relativamente curto e a economia gerada a longo prazo compensar as modificações, além de melhoria na qualidade de vida dos usuários.

Sob o aspecto econômico, ambas as certificações não exigem grandes alterações da edificação, quando se trata de estruturas já existentes, mas premiam as modificações que apresentam melhor solução no aproveitamento dos fatores externos do ambiente, como iluminação e ventilação.

Em se tratando de novas estruturas, a linha de raciocínio é a mesma, ou seja, nem sempre é necessário investir em materiais e sistemas de elevado valor de custo para se obter uma avaliação positiva, mas sim em soluções

que promovam melhores resultados no desempenho da edificação. Dessa forma, os custos envolvidos no processo de certificação vão depender de um planejamento bem executado para se obter as melhores soluções a um preço não tão elevado.

Com relação aos edifícios de serviços, eles apresentam muitos elementos de condicionamento de ar, iluminação, entre outros e, portanto, devem apresentar um significativo valor no processo de adaptação para obter certificação de eficiência. Porém na mesma proporção, a economia gerada depois de um determinado prazo pode representar o mesmo valor do que fora investido.

O fator econômico, por si só, não representa entrave. Porém quando se coloca sua análise em conjunto com a legislação e até mesmo com o aspecto cultural, observa-se que existe uma grande dificuldade em se colocar em prática as normas e decretos existentes perante uma forte cultura apoiada nas metodologias usuais. A ideia da inserção de novos métodos, sistemas e ferramentas nos processos vigentes, por muitas vezes é mal vista pelos profissionais mais experientes e com menos conteúdos atualizados. Portanto, enquanto não houver uma forte mudança de cultura e da forma como são empregadas as leis, tem-se um entrave de forte influência no cenário das certificações de eficiência e sustentabilidade.

6.5 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Considerando que os esforços traçados na tentativa de alcançar os objetivos inicialmente pontuados obtiveram resultados positivos, pode-se dizer certamente que existem muitos estudos a respeito das construções energeticamente eficientes e aplicação de certificações sustentáveis para o futuro.

O uso de ferramentas de planejamento e gestão de recursos, tais como o BIM, permite maior eficiência na execução de obras e reformas e maior eficácia de resultados, uma vez que é possível simular resultados e prever respostas de comportamento relacionados ao desempenho das edificações. Sendo assim, são ferramentas que merecem maior aprofundamento de estudos de impacto econômico, social e ambiental.

A sensibilização da sociedade e de seus governantes para os benefícios destes sistemas é uma tarefa que demanda além de tempo, muitos esforços para obter sucesso. Por isso, é importante a continuação nos estudos e pesquisas, além de contar com instrumentos como metodologias mais eficazes e coerentes com a realidade de cada país, assim como investimentos nos setores envolvidos e políticas governamentais bem planejadas.

Por fim, espera-se que com os levantamentos e análise feitas, e partir das conclusões, o estudo sobre sistemas energeticamente eficientes em edificações torne-se um processo menos complexo e permita diminuir os entraves na implementação destes sistemas futuramente em países como o Brasil e Portugal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, Associação Brasileira De Normas Técnicas - NBR 15220: Desempenho térmico de edificações. Parte 1: Definições, símbolos e unidades. 2003. Rio de Janeiro: ABNT. 5 p.

ABNT, Associação Brasileira De Normas Técnicas - NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho - Parte 1: Interior. 2013. Rio de Janeiro: ABNT.

AMARAL, Marco Antonio Teixeira de - **GREEN BUILDING: ANÁLISE DAS DIFICULDADES (AINDA) ENFRENTADAS DURANTE O PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO LEED NO BRASIL**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2013. Dissertação de mestrado em Administração. Disponível na WWW: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/11105>>.

ANDRADE, Joana Bonifácio - **Avaliação da sustentabilidade do edifício Solar XXI utilizando a metodologia SBTool**. Porto : Universidade do Minho, 2009. Dissertação de mestrado em Engenharia do Ambiente - Ramo de Projeto. Disponível na WWW: <<http://hdl.handle.net/10216/58269>>.

BILLERBECK, Cynthia - **Diferentes tipologias de edificação e o ser sustentável mediante o LEED e o CBCS**. Guaratinguetá : Universidade Estadual Paulista, 2015. Monografia de graduação em Engenharia Civil. Disponível na WWW: <<http://repositorio.unesp.br/handle/11449/139208>>.

CEOTTO, Luiz Henrique; PROPERTIES, Tishman Speyer - «Gestão Sustentável da Construção Civil: uma visão pragmática do tema: actas do Encontro Internacional de Sustentabilidade na Construção, São Paulo, 2008» São Paulo : [s.n.], 2008.

COTO, Philippe Dias - **Construção de edifícios energeticamente eficientes: Comparação entre as Classificações Sustentáveis SBTOOL-PT e Procel Edifica**. Porto : Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2016. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil - Ramo da Construção. Disponível na WWW:<<http://hdl.handle.net/10400.22/11139>>.

DGEG, Direção-Geral de Energia e Geologia - Caracterização Energética Nacional [Em linha]. Lisboa : DGEG, 2016. [Consult. 10 Jan. 2019]. Disponível na WWW: < <http://www.dgeg.gov.pt/>>.

DGEG, Direção-Geral de Energia e Geologia - Estratégia Nacional para a Renovação de Edifícios [Em linha]. Lisboa : DGEG, 2014. [Consult. 8 Jan. 2019]. Disponível na WWW: < https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/PT-Art4BuildingStrategy_pt.pdf>.

DÍAZ-BALTEIRO, Luis; ROMERO, Carlos - In search of a natural systems sustainability index [Em linha]. **Ecological Economics**. Vol. 49, nº 3 (2004), p. 401-405. [Consult. 19 Maio 2019]. Disponível na WWW: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092180090400151X>>. ISSN 0921-8009. doi: 10.1016/J.ECOLECON.2004.02.005.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética - Análise Energética e Dados Agregados [Em linha]. 2015. Rio de Janeiro : EPE. [Consult. 23 Set. 2018] Disponível na WWW: <[http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-127/topico-97/Relatório Final 2015.pdf](http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-127/topico-97/Relatório%20Final%202015.pdf)>.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética - Consumo de Energia no Brasil - Análises Setoriais. Nota Técnica DEA 10/14 [Em linha]. 2014. Rio de Janeiro : EPE. [Consult. 15 Out. 2018]. Disponível na WWW: <[http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-251/topico-311/DEA 10-14 Consumo de Energia no Brasil\[1\].pdf#search=Consumo de Energia no Brasil Análises Setoriais](http://epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-251/topico-311/DEA%2010-14%20Consumo%20de%20Energia%20no%20Brasil.pdf#search=Consumo%20de%20Energia%20no%20Brasil%20Análises%20Setoriais)>. ISBN: 0027-5514. doi: 10.3852/14-234.

EPE, Empresa de Pesquisa Energética - Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2015-2024) [Em linha]. 2015. Rio de Janeiro: EPE. [Consult. 12 Set. 2018]. Disponível na WWW: <[http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-245/topico-264/DEA 12-15 NT Cenário econômico 2015-2024vf\[1\].pdf](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-245/topico-264/DEA%2012-15%20NT%20Cenario%20economico%202015-2024vf[1].pdf)>.

GJP HOTELS E RESORTS. 1 fotografia . [S.l.] : 2016. Disponível na WWW: <gjpeventos.com.br/linx-confins/>. Acesso em: 10 abr. 2019.

HABITAT LAB. Ilustração. [S.l.] : 2016. Disponível na WWW: <http://www.habitatlab.pt/wp-content/uploads/2014/09/certificado-SBTOOLpt-A4_2.jpg>.

MANUAL RTQ-C [Em linha]. Rio de Janeiro: ELETROBRAS; PROCEL, 2016. [Consult. 10 Out. 2018]. Disponível na WWW: < <http://www.pbenedifica.com.br/etiquetagem/comercial/manuais>>.

MARITAN, Flávia - Custo x Esforço: curva de MacLeamy. [S.l.] : 2017. Disponível em: <http://www.bimrevit.com/2017/05/projeto-custo-x-esforco-curva-de.html>. Acesso em: 10 abr. 2019.

MARQUES, Andrews Delabona; SOARES, Eduardo Fielipe Anastacio - **ESTUDO COMPARATIVO DA APLICAÇÃO DO SELO PROCEL EDIFICA PARA RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES FRENTE AOS PRINCIPAIS SELOS DE CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA UTILIZADOS NO BRASIL** [Em linha]. Curitiba : Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013. Monografia de graduação em Engenharia Elétrica. Disponível na WWW: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3225>>.

MCGRATH, Karen M. - The effects of eco-certification on office properties: A cap rates-based analysis

[Em linha]. **Journal of Property Research**. Vol. 30, nº 4 (2013), p. 345-365. [Consult. 12 Set. 2019].

Disponível na WWW:

<https://www.ashrae.org/File%20Library/Technical%20Resources/Standards%20and%20Guidelines/Standards%20Addenda/90_1_2010_2013Addenda.pdf>. ISSN: 09599916. doi: 10.1080/09599916.2012.762034.

MORAIS, Luciano Cardoso de - **Estudo sobre o panorama da energia elétrica no Brasil e tendências futuras** [Em linha]. Bauru : Universidade Estadual Paulista, 2015. Dissertação de mestrado em Engenharia Elétrica. Disponível na WWW: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/132645>>.

PERRONE, Fernando - «Etiquetagem Eficiência Energética de Edificações – Procel Edifica: actas do Seminário Internacional Avaliação Ambiental de Edifícios (...) Tendências Mundiais, São Paulo, 2013» São Paulo : [s.n.], 2013.

PORTUGAL ENERGIA - **Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética - Terceiro PNAEE | 2017 - 2020**. 3ª ed. [S.l.] : PE, 2017. Disponível na WWW: <https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/pt_neeap_2017_pt.pdf>.

REZENDE, Cláudia Sampaio - **Avaliação da eficiência energética em edificações residenciais: estudo de caso aplicado a uma edificação multifamiliar** [Em linha]. Brasília : Universidade de Brasília, 2014. Monografia de graduação em Engenharia de Energia. Disponível em WWW: <<http://bdm.unb.br/handle/10483/8202>>.

REHVA, Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations. 2015. 1 fotografia. Disponível na WWW: <https://www.rehva.eu/fileadmin/_migrated/RTE/RTEmagicC_88459203ba.jpg.jpg>.

SEBRAE - Eficiência energética: diferencial competitivo [Em linha]. Santa Catarina: SEBRAE, 2014. [Consult. 11 Abr. 2019]. Disponível na WWW: <http://www.sebraemercados.com.br/wp-content/uploads/2015/12/2014_02_12_RT_ConstCivil_Efic.Energ_pdf.pdf>.

SKALKO, Stephen V *et al.* - Energy standard for buildings except low-rise residential buildings. **ASHRAE Standard**. . ISSN 10412336. 8400:90.1-2013 (I-P) (2013) 404–636.

TRATADO INTERNACIONAL. Acordo de Paris (versão em português). 2015. p. 1–13.

ANEXO I – ESPECIFICAÇÕES DOS SISTEMAS DE AQUECIMENTO

De acordo com o Manual RTQ-C (2016), para obtenção do nível de eficiência dos sistemas de aquecimento é necessário, além das informações contidas no Quadro 3.4 (p. 22), respeitar as indicações para cada nível e tipo de sistema utilizado, conforme as informações que se seguem.

NÍVEL A

a) Sistema de aquecimento solar

- Os coletores solares devem ser instalados voltados para o Norte geográfico, com desvio máximo de 30° , conforme é ilustrado a seguir.

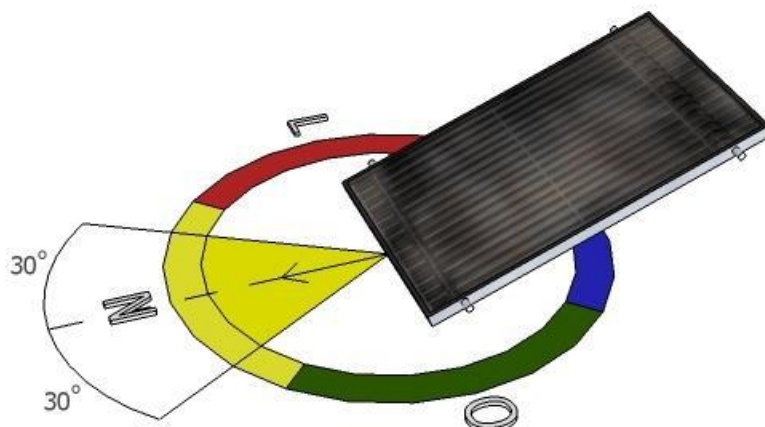


Figura – Margem de orientação no posicionamento de coletores.

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

- O ângulo de inclinação dos coletores deve ser, no mínimo, igual ao valor da latitude local e, no máximo, igual à soma da latitude com 10° . A Figura A mostra este intervalo;

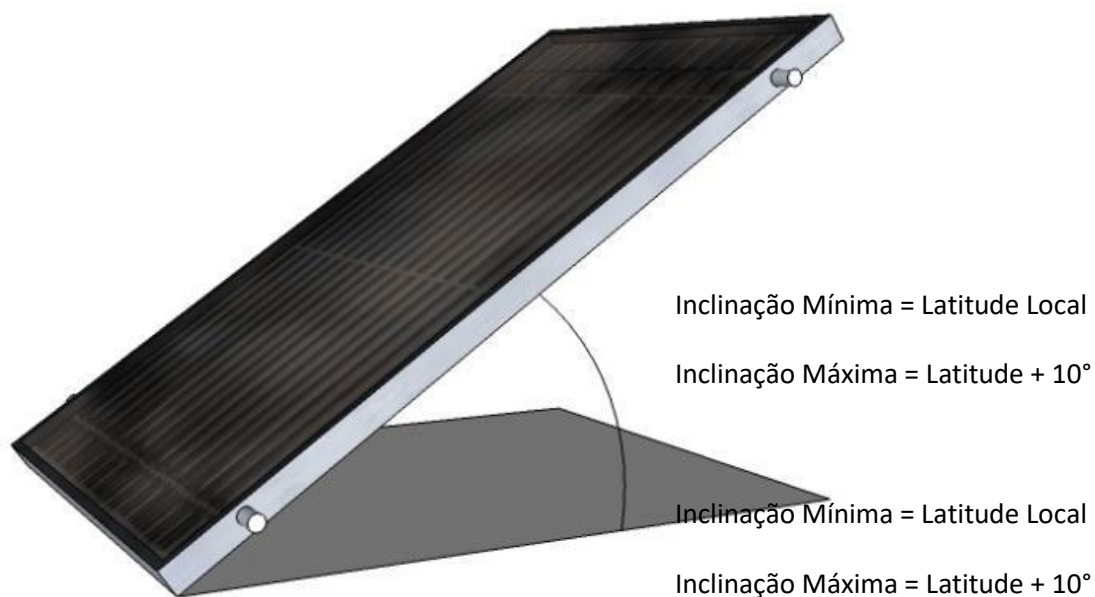


Figura A – Margem de inclinação dos coletores em relação ao plano.

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

- Os reservatórios devem possuir Selo PROCEL, isolamento térmico adequado e capacidade mínima de acordo com o cálculo da NBR 15569;
 - Os coletores solares devem possuir ENCE A ou B e área compatível com o cálculo da NBR 15569.
- b) Aquecedores a gás do tipo instantâneo
- Aquecedores deste tipo devem possuir etiqueta classe A, de acordo com o regulamento PBE/Inmetro;
 - Devem ser instalados em locais protegidos das ações naturais, sol e chuva por exemplo, e com ventilação adequada sem interferência na eficiência.
- c) Sistema de aquecimento de água por bomba de calor
- As bombas de calor devem possuir COP^5 maior ou igual a 3,0 W/W, medidos conforme ASHRAE 146, ASHRAE 13256 ou AHRI 1160;
 - Gases refrigerantes nocivos ao ambiente, como por exemplo R 22, não devem ser utilizados.

⁵ COP: razão entre a energia contida no calor transportado no sistema, seja para aquecer ou resfriar um ambiente, e o trabalho realizado nesta ação.

d) Caldeiras a gás

- Devem atender aos requisitos mínimos de eficiência, conforme a Tabela i.

Tabela i – Eficiência mínima para aquecedor a gás

Tipo de equipamento	Capacidade (kW)	Subcategoria	Eficiência mínima	Procedimento teste
Aquecedores de acumulação a gás	> 22,98	< 309,75 W/l	$0.8 \cdot Et (Q/800 + 110\sqrt{V}) \cdot SL$	ANSI Z21.10.3

Nota: As variáveis “Et”, “Q”, “V” e “SL” referem-se respectivamente à eficiência térmica, potência nominal de entrada em W, volume (do aquecedor) em unidades de galões (1 litro = 0,264 gal), e perdas em *standby* também em W.

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

NÍVEL B

a) Sistema de aquecimento solar

- Segue os mesmos requisitos para o nível A para este sistema.

b) Aquecedores a gás do tipo instantâneo

- Segue os mesmos requisitos para o nível A para este sistema.

c) Sistemas de aquecimento de água por bombas de calor

- Bombas de calor com COP maior que 2,0 W/W, medidos de acordo a norma ASHRAE 146 ou AHRI 1160;
- Nenhum gás refrigerante comprovadamente nocivo ao meio ambiente, como o R22, deve ser utilizado.

NÍVEL C

a) Aquecedores elétricos de passagem, chuveiros e torneiras elétricos

- Possuir eficiência energética superior a 95%;
- Participar do PBE/INMETRO;
- Possuir potência menor ou igual a 4.600 W. Equipamentos com potência regulável serão classificados pela maior potência.

b) Aquecedores elétrico de hidromassagem

ANEXO I – ESPECIFICAÇÕES DOS SISTEMAS DE AQUECIMENTO

- Possuir eficiência elétrica superior a 95%;
 - Participar do PBE/INMETRO;
 - Possuir potência elétrica menor ou igual a 5.000 W.
- c) Aquecedores elétricos por acumulação

Devem possuir classificação A, conforme regulamento específico PBE/INMETRO.

ANEXO II – EQUAÇÕES PARA CÁLCULO DO INDICADOR DE CONSUMO (IC)

De acordo com as características da edificação e a sua localidade, tais como a zona bioclimática e área de projeção, deve-se calcular o Indicador de Consumo da envoltória (IC_{env}) conforme as informações e as respectivas equações apresentadas logo em seguida.

a) Zona Bioclimática 1 (exemplo: cidade de Curitiba)

- Para $A_{pe} \leq 500 \text{ m}^2$
- Fator de forma máximo (A_{env}/V_{tot}) = 0,60

Equação i

$$IC_{env} = -43,0 \cdot FA - 316,62 \cdot FF + 16,83 \cdot PAF_T + 7,39 \cdot FS - 0,20 \cdot AVS + 0,20 \cdot AHS + 132,5 \cdot \frac{FA}{FT} - 77 \cdot FA \cdot FF - 0,92 \cdot FF \cdot PAF_T \cdot AHS + 182,66 \quad (i)$$

- Para $A_{pe} > 500 \text{ m}^2$
- Fator de forma mínimo (A_{env}/V_{tot}) = 0,17

Equação ii

$$IC_{env} = 10,47 \cdot FA + 298,74 \cdot FF + 38,41 \cdot PAF_T - 1,11 \cdot FS - 0,11 \cdot AVS + 0,24 \cdot AHS - 0,54 \cdot PAF_T \cdot AHS + 47,53 \quad (ii)$$

b) Zona Bioclimática 2 e 3 (exemplo: cidade de Florianópolis)

- Para $A_{pe} \leq 500 \text{ m}^2$
- Fator de forma máximo (A_{env}/V_{tot}) = 0,70

Equação iii

$$IC_{env} = -175,30 \cdot FA - 212,79 \cdot FF + 21,86 \cdot PAF_T + 5,59 \cdot FS - 0,19 \cdot AVS + 0,15 \cdot AHS \\ + 275,19 \cdot \frac{FA}{FT} + 213,35 \cdot FA \cdot FF - 0,04 \cdot PAF_T \cdot FS \cdot AVS - 0,45 \cdot PAF_T \cdot AHS + 190,42 \quad (iii)$$

- Para $A_{pe} > 500 \text{ m}^2$
- Fator de forma mínimo (A_{env}/V_{tot}) = 0,15

Equação iv

$$IC_{env} = -14,14 \cdot FA - 113,94 \cdot FF + 50,82 \cdot PAF_T + 4,86 \cdot FS - 0,32 \cdot AVS \\ + 0,26 \cdot AHS - \frac{35,75}{FF} - 0,54 \cdot PAF_T \cdot AHS + 277,98 \quad (iv)$$

c) Zona Bioclimática 4 e 5 (exemplo: cidade de Brasília)

- Para $A_{pe} \leq 500 \text{ m}^2$
- Fator de forma máximo (A_{env}/V_{tot}) = 0,75

Equação v

$$IC_{env} = -105,39 \cdot FA - 207,12 \cdot FF + 4,61 \cdot PAF_T + 8,08 \cdot FS - 0,31 \cdot AVS + 0,07 \cdot AHS \\ - 82,34 \cdot FA \cdot FF + 3,45 \cdot PAF_T \cdot FS - 0,005 \cdot PAF_T \cdot FS \cdot AVS \cdot AHS \\ + 171,27 \quad (v)$$

- Para $A_{pe} > 500 \text{ m}^2$
- Fator de forma mínimo (A_{env}/V_{tot}) = livre

Equação vi

$$IC_{env} = 511,12 \cdot FA + 0,92 \cdot FF - 95,71 \cdot PAF_T - 99,79 \cdot FS - 0,52 \cdot AVS - 0,29 \cdot AHS \\ - 380,83 \cdot FA \cdot FF \mp \frac{4,27}{FF} + 729,20 \cdot PAF_T \cdot FS + 77,15 \quad (vi)$$

d) Zona Bioclimática 7 (exemplo: cidade de Cuiabá)

- Para $A_{pe} \leq 500 \text{ m}^2$
- Fator de forma máximo (A_{env}/V_{tot}) = 0,60

Equação vii

$$\begin{aligned}
IC_{env} = & 32,62 \cdot FA - 580,03 \cdot FF - 8,59 \cdot PAF_T + 18,48 \cdot FS - 0,62 \cdot AVS - 0,47 \\
& \cdot AHS + 200,0 \cdot \frac{FA}{FF} - 192,5 \cdot FA \cdot FF + 70,22 \cdot FF \cdot PAF_T - 0,55 \\
& \cdot PAF_T \cdot AHS + 318,65
\end{aligned} \quad (vii)$$

- Para $A_{pe} > 500 \text{ m}^2$
- Fator de forma mínimo (A_{env}/V_{tot}) = 0,17

Equação viii

$$\begin{aligned}
IC_{env} = & -69,48 \cdot FA + 1347,78 \cdot FF + 37,74 \cdot PAF_T + 3,03 \cdot FS - 0,13 \cdot AVS - 0,19 \\
& \cdot AHS + \frac{19,25}{FF} + 0,04 \cdot \frac{AHS}{PAF_T \cdot FS} - 306,35
\end{aligned} \quad (viii)$$

e) Zona Bioclimática 6 e 8 (exemplo: cidade de Salvador)

- Para $A_{pe} \leq 500 \text{ m}^2$
- Fator de forma máximo (A_{env}/V_{tot}) = 0,48

Equação ix

$$\begin{aligned}
IC_{env} = & 454,47 \cdot FA - 1641,37 \cdot FF + 33,47 \cdot PAF_T + 7,06 \cdot FS + 0,31 \cdot AVS - 0,29 \\
& \cdot AHS - 1,27 \cdot PAF_T \cdot AVS + 0,33 \cdot PAF_T \cdot AHS + 718
\end{aligned} \quad (ix)$$

- Para $A_{pe} > 500 \text{ m}^2$
- Fator de forma mínimo (A_{env}/V_{tot}) = 0,17

Equação x

$$\begin{aligned}
IC_{env} = & -160,36 \cdot FA + 1277,29 \cdot FF - 19,21 \cdot PAF_T + 2,95 \cdot FS - 0,36 \cdot AVS - 0,16 \\
& \cdot AHS + 290,25 \cdot FF \cdot PAF_T + 0,01 \cdot PAF_T \cdot AVS \cdot AHS - 120,58
\end{aligned} \quad (x)$$

Onde as variáveis das Equações i a x são:

 IC_{env} : Indicador de Consumo da envoltória (adimensional); A_{pe} : Área de projeção do edifício (m^2); A_{tot} : Área total construída (m^2);

A_{env} : Área da envoltória (m^2);

A_{pcob} : Área de projeção da cobertura (m^2);

AVS: Ângulo Vertical de Sombreamento;

AHS: Ângulo Horizontal de Sombreamento;

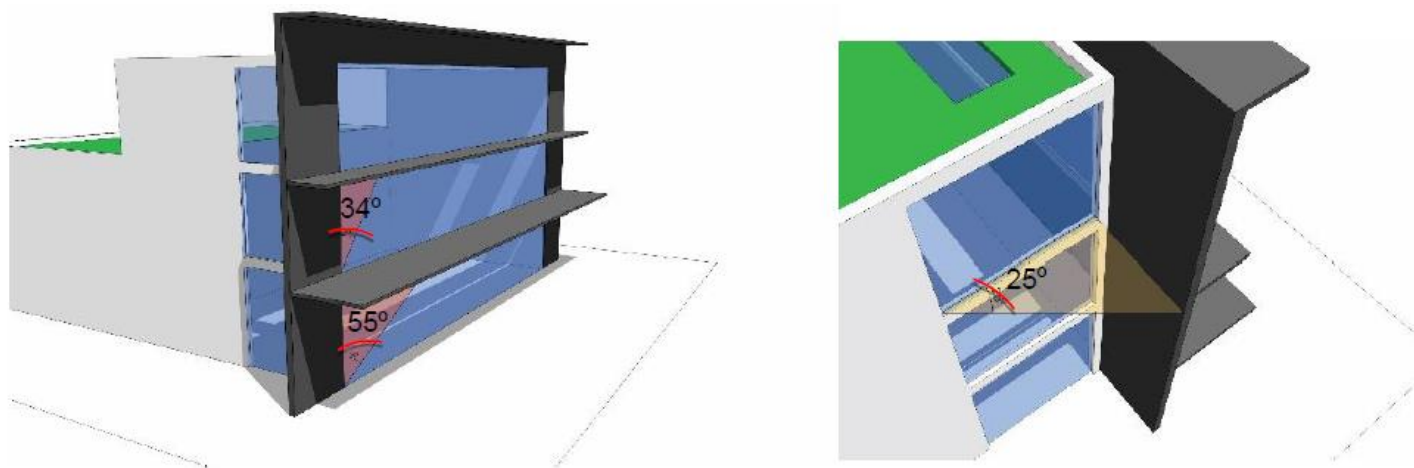


Figura – Detalhe da proteção solar da edificação exemplo, com as indicações de AVS (à esquerda) e AHS (à direita).

Obs: Tanto para AVS quanto para AHS, tem-se o valor máximo de angulação a ser utilizada de 45° .

FF: Fator de Forma (A_{env}/V_{tot});

FA: Fator de Altura (A_{pcob}/A_{tot});

FS: Fator Solar;

PAF_T: Percentual de Abertura na Fachada total (adimensional);

V_{tot}: Volume total da edificação (m^3)

ANEXO III – TABELAS PARA CÁLCULO DA POTÊNCIA PELO MÉTODO DAS ATIVIDADES

Tabela ii – Limite máximo aceitável de densidade de potência de iluminação (DPI_L) para o nível de eficiência pretendido – Método das atividades das edificações

Ambientes/Atividades	Limite do ambiente		DPI _L Nível A (W/m²)	DPI _L Nível B (W/m²)	DPI _L Nível C (W/m²)	DPI _L Nível D (W/m²)
	K	RCR				
Armazém/Atacado						
Material pequeno/leve	0,80	6	10,20	12,24	14,28	16,28
Material médio/volumoso	1,20	4	5,00	6,00	7,00	8,00
Átrio por metro de altura						
Até 12,20 m	-		0,30	0,36	0,42	0,48
Acima de 12,20 m	-		0,20	0,24	0,28	0,32
Auditórios e anfiteatros						
Auditório	0,80	6	8,50	10,20	11,90	13,60
Centro de convenções	1,20	4	8,80	10,56	12,32	14,08
Cinema	1,20	4	5,00	6,00	7,00	8,00
Teatro	0,60	8	26,20	31,44	36,68	41,92
Banco/Área de ativ. bancárias	0,80	6	14,9	17,88	20,86	23,84
Banheiros	0,60	8	5,00	6,00	7,00	8,00

continua

Ambientes/Atividades	Limite do ambiente		DPI _L Nível A (W/m²)	DPI _L Nível B (W/m²)	DPI _L Nível C (W/m²)	DPI _L Nível D (W/m²)
	K	RCR				
Biblioteca						
Área de arquivamento	1,20	4	7,80	9,36	10,92	12,48
Área de leitura	1,20	4	10,00	12,00	14,00	16,00
Área de estantes	1,20	4	18,40	22,08	25,76	29,44
Casa de Máquinas	0,80	6	6,00	7,20	8,40	9,60
Espaço de exposições	1,20	6	15,60	18,72	21,84	24,96
Circulação	< 2,4 m largura		7,10	8,52	9,94	11,36
Comércio						
Área de vendas	0,80	6	18,10	21,72	25,34	28,96
Pátio de área comercial	1,20	4	11,80	14,16	16,52	18,88
Provador	0,60	8	10,20	12,24	14,28	16,32
Cozinhas	0,80	6	10,70	12,84	14,98	17,12
Depósitos	0,80	6	5,00	6,00	7,00	8,00
Dormitórios/Alojamentos	0,60	8	4,10	4,92	5,74	6,56
Escadas	0,60	10	7,40	8,88	10,36	11,84
Escritório	0,60	8	11,90	14,28	16,66	19,04
Escritório – Planta livre	1,20	4	10,50	12,60	14,70	16,80
Garagem	1,20	4	2,00	2,40	2,80	3,20

continua

Ambientes/Atividades	Limite do ambiente		DPI _L Nível A (W/m ²)	DPI _L Nível B (W/m ²)	DPI _L Nível C (W/m ²)	DPI _L Nível D (W/m ²)
	K	RCR				
Ginásio/Academia						
Área de ginástica	1,20	4	7,80	9,36	10,92	12,48
Arquibancada	1,20	4	7,50	9,00	10,50	13,00
Esportes de ringue	1,20	4	28,80	34,56	40,32	46,08
Quadra de esportes – classe 4 ⁶	1,20	4	7,80	9,36	10,92	12,48
Quadra de esportes – classe 3 ⁷	1,20	4	12,90	15,48	18,06	20,64
Quadra de esportes – classe 2 ⁸	1,20	4	20,70	24,84	28,98	33,12
Quadra de esportes – classe 1 ⁹	1,20	4	32,40	38,88	45,36	51,84
Hall de entrada	1,20	4	8,00	9,60	11,20	12,80
Cinemas	1,20	4	8,00	9,60	11,20	12,80
Hotel	1,20	4	8,00	9,60	11,20	12,80
Salas de Espetáculos	0,80	6	8,00	9,60	11,20	12,80
Hospital						
Circulação	<2,4m largura		9,60	11,52	13,44	15,36
Emergência	0,80	6	24,30	29,16	34,02	38,88
Enfermaria	0,80	6	9,50	11,40	13,30	15,20
Exames/Tratamento	0,60	8	17,90	21,48	25,06	28,64

continua

⁶ Para competições em estádios e ginásios de grande capacidade, acima de 5.000 espectadores.

⁷ Para competições em estádios e ginásios com capacidade para menos de 5.000 espectadores.

⁸ Para estádios e ginásios de jogos classificatórios, considerando a presença de espectadores.

⁹ Para quadras de jogos sociais e de recreação apenas, não considera a presença de espectadores.

ANEXO III – TABELAS PARA CÁLCULO DA POTÊNCIA PELO MÉTODO DAS ATIVIDADES

Ambientes/Atividades	Limite do ambiente		DPI _L Nível A (W/m²)	DPI _L Nível B (W/m²)	DPI _L Nível C (W/m²)	DPI _L Nível D (W/m²)
	K	RCR				
Hospital						
Farmácia	0,80	6	12,30	14,76	17,22	19,68
Fisioterapia	0,80	6	9,80	11,76	13,72	15,68
Sala de espera	0,80	6	11,50	13,80	16,10	18,40
Radiologia	0,80	6	14,20	17,04	19,88	22,72
Recuperação	0,80	6	12,40	14,88	17,36	19,84
Sala de Enfermeiros	0,80	6	9,40	11,28	13,16	15,04
Sala de Operação	0,80	6	20,30	24,36	28,42	32,48
Quarto de pacientes	0,80	6	6,70	8,04	9,38	10,72
Suprimentos médicos	0,80	6	13,70	16,44	19,18	21,92
Igreja/templo						
Assentos	1,20	4	16,50	19,80	23,10	26,40
Altar, coro	1,20	4	16,50	19,80	23,10	26,40
Sala de comunhão	1,20	4	6,90	8,28	9,66	11,04
Laboratórios						
Para Sala de aulas	0,80	6	10,20	12,24	14,28	16,32
Médico/Indústria	0,80	6	19,50	23,40	27,30	31,20
Lavanderia	1,20	4	6,50	7,80	9,10	16,32
Museu						
Restauração	0,80	6	11,00	13,20	15,40	17,60
Sala de exibição	0,80	6	11,30	13,56	15,82	18,08
Oficina – Cursos	0,80	6	17,10	20,52	23,94	27,36
Oficina mecânica	1,20	4	6,00	7,20	8,40	9,60

continua

Ambientes/Atividades	Limite do ambiente		DPI _L Nível A (W/m ²)	DPI _L Nível B (W/m ²)	DPI _L Nível C (W/m ²)	DPI _L Nível D (W/m ²)
	K	RCR				
Refeitório	0,80	6	11,50	13,80	16,10	18,40
Quartos de Hotel	0,80	6	7,50	9,00	10,50	13,00
Restaurante – salão	1,20	4	9,60	11,52	13,44	15,36
Hotel	1,20	4	8,80	10,56	12,32	14,08
Lanchonete/Café	1,20	4	7,00	8,40	9,80	11,20
Bar/Lazer	1,20	4	14,10	16,92	19,74	22,56
Sala de aula, treinamento	1,20	4	10,20	12,24	14,28	16,32
Sala de espera, convivência	1,20	4	6,00	7,20	8,40	9,60
Sala de reuniões/Conferência	0,80	6	11,90	14,28	16,66	19,04
Vestiário	0,80	6	8,10	9,72	11,34	12,96

Transportes

Área de bagagem	1,20	4	7,50	9,00	10,50	12,00
Aeroporto – pátio	1,20	4	3,90	4,68	5,46	6,24
Assentos – espera	1,20	4	5,80	6,96	8,12	9,28
Terminal - bilheteria	1,20	4	11,60	13,92	16,24	18,56

Fonte: ELETROBRAS e Procel (2016).

ANEXO IV – TABELAS DE VERIFICAÇÃO DE PARÂMETROS LIMITES EM EQUIPAMENTOS DE CONDICIONAMENTO DE AR

Os equipamentos não regulamentados compreendem os condicionadores de ar (split e janela) não etiquetados pelo PBE/INMETRO sistema de condicionamento central. Desta forma, a classificação destes equipamentos é definida por limites de parâmetros de eficiência fornecidos pelas tabelas do RTQ-C, trazendo as exigências mínimas a serem atendidas para cada nível pretendido. Estas tabelas são divididas para cada tipo de equipamento e listadas a seguir.

a) Condicionadores de ar

- Níveis A e B: Tabela ii;
- Nível C: Tabela v;
- Nível D: Tabela vii.

b) Resfriadores de líquido

- Níveis A e B: Tabela iii;
- Nível C: Tabela vi;
- Nível D: Tabela viii.

c) Condensadores e torres de arrefecimento

- Níveis A e B: Tabela iv.

Tabela ii – Eficiência mínima de condicionadores de ar para classificação nos níveis A e B.

Tipo de Equipamento	Capacidade	Tipo de aquecimento	Subcategoria ou condição de classificação	Eficiência mínima	Procedimento de Teste
Condicionadores de ar resfriados a ar	≥ 19 kW e < 40 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	3,28 COP 3,34 ICOP	AHRI 340/360
		Outros	Split e unitário	3,22 COP 3,28 ICOP	
	≥ 40 kW e < 70 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	3,22 COP 3,28 ICOP	
		Outros	Split e unitário	3,16 COP 3,22 ICOP	
	≥ 70 kW e < 223 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	2,93 COP 2,96 ICOP	
		Outros	Split e unitário	2,87 COP 2,90 ICOP	
	≥ 223 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	2,84 COP 2,87 ICOP	
		Outros	Split e unitário	2,78 COP 2,81 ICOP	
Condicionadores de ar resfriados a água	< 19 kW	Todos	Split e unitário	3,54 COP 3,60 kW	AHRI 210/240

continua

Tipo de Equipamento	Capacidade	Tipo de aquecimento	Subcategoria ou condição de classificação	Eficiência mínima	Procedimento de Teste
Condicionadores de ar resfriados a água	≥ 19 kW e < 40 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	3,37 COP 3,43 ICOP	AHRI 340/360
		Outros	Split e unitário	3,31 COP 3,37 ICOP	
	≥ 40 kW e < 70 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	3,22 COP 3,28 ICOP	
		Outros	Split e unitário	3,16 COP 3,22 ICOP	
	≥ 70 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	3,22 COP 3,25 ICOP	
		Outros	Split e unitário	3,16 COP 3,19 ICOP	

Fonte: Skalko et al (2013).

Tabela iii – Eficiência mínima (COP) de resfriadores de líquido para classificação nos níveis A e B.

Tipo de equipamento	Capacidade	Caminho A		Caminho B		Procedimento de teste
		Carga total	IPLV ¹⁰	Carga total	IPLV	
Condensação a ar, com condensador	< 528 kW	≥ 2,802	≥ 3,664	-	-	AHRI 550/590
	≥ 528 kW	≥ 2,802	≥ 3,737			
Condensação a ar, sem condensador	Todas	Devem ser classificados com seus pares correspondentes com condensador e atender os mesmos requisitos mínimos de eficiência.				
Condensação a água (compressor alternativo)	Todas	Devem atender os requisitos mínimos de eficiência dos resfriadores com condensação a água com compressor do tipo parafuso ou scroll				
Condensação a água (compressor do tipo parafuso e scroll)	< 264 kW	≥ 4,509	≥ 5,582	≥ 4,396	≥ 5,861	
	≥ 264 kW e < 528 kW	≥ 4,538	≥ 5,718	≥ 4,452	≥ 6,001	
	≥ 528 kW e < 1055 kW	≥ 5,172	≥ 6,063	≥ 4,898	≥ 6,513	
	> 1055 kW	≥ 5,672	≥ 6,513	≥ 5,504	≥ 7,815	
Condensação a água (compressor centrífugo)	< 528 kW	≥ 5,547	≥ 5,901	≥ 5,504	≥ 7,815	
	≥ 528 kW e < 1055 kW	≥ 5,547	≥ 5,901	≥ 5,504	≥ 7,815	
	≥ 1055 kW e < 2110kW	≥ 6,100	≥ 6,401	≥ 5,856	≥ 8,792	
	> 2110 kW	≥ 6170	≥ 6,525	≥ 5,961	≥ 8,792	

continua

¹⁰ IPLV (*Integrated Part-Load Value*): expressa a eficiência do equipamento (de condicionamento de ar e bomba de calor) em carga parcial na base de pesos ponderados de operação, por meio de um número baseado em COP ou em kW/ton.

Tipo de equipamento	Capacidade	Caminho A		Caminho B		Procedimento de teste
		Carga total	IPLV	Carga total	IPLV	
Absorção a ar, de simples efeito	Todas	$\geq 0,600$	Sem req.	-	-	AHRI 560
Absorção a água, de simples efeito	Todas	$\geq 0,700$	Sem req.	-	-	
Absorção a água, de duplo efeito e acionamento indireto	Todas	$\geq 1,000$	$\geq 1,050$	-	-	
Absorção a água, de duplo efeito e acionamento direto	Todas	$\geq 1,000$	$\geq 1,000$	-	-	

Notas: (1) Os requisitos dos refrigeradores de líquidos não se aplicam a equipamentos em aplicações em baixas temperaturas, em que a temperatura de projeto do fluido de saída for menor que 4,4 °C. (2) Conformidade com esta padronização pode ser obtido cumprindo os mínimos requisitos do Caminho A ou Caminho B, no entanto ambos requisitos de Carga Total e IPLV devem ser alcançados no mesmo caminho seja A ou B. (3) “Sem req.” significa que não existe nenhum requisito mínimo nesta categoria. (4) Traço (-) significa que este requisito não é verificado nesta condição.

Fonte: Skalko et al (2013).

Tabela iv – Eficiência mínima de condensadores e torres de resfriamento para classificação dos níveis A, B e C

Tipo de equipamento	Subcategoria ou condição de classificação	Desempenho requerido	Procedimento teste
Torres de resfriamento com ventiladores helicoidais ou axiais de circuito aberto	Temperatura da água na entrada = 35°C Temperatura da água na saída = 29°C TBU do ar na entrada = 24°C	$\geq 3,23 \text{ l/s.kW}$	CTI ATC-105 STD 201
Torres de resfriamento com ventiladores centrífugos de circuito aberto	Temperatura da água na entrada = 35°C Temperatura da água na saída = 29°C TBU do ar na entrada = 24°C	$\geq 1,70 \text{ l/s.kW}$	

continua

Tipo de equipamento	Subcategoria ou condição de classificação	Desempenho requerido	Procedimento teste
Torres de resfriamento com ventiladores helicoidais ou axiais de circuito fechado	Temperatura da água na entrada = 39°C Temperatura da água na saída = 32°C TBU do ar na entrada = 24°C	$\geq 1,18 \text{ l/s.kW}$	CTI ATC-105S STD 201
Torres de resfriamento com ventiladores centrífugos de circuito fechado	Temperatura da água na entrada = 39°C Temperatura da água na saída = 32°C TBU do ar na entrada = 24°C	$\geq 0,59 \text{ l/s.kW}$	
Condensadores resfriados a ar	Temperatura de condensação = 52°C Fluido de teste R-22 Temperatura de entrada do gás = 88°C Sub-resfriamento = 8°C TBS na entrada = 35°C	$\geq 69 \text{ COP}$	AHRI 460

Fonte: Skalko et al (2013).

Tabela v – Eficiência mínima de condicionadores de ar para classificação no nível C.

Tipo de equipamento	Capacidade	Tipo de aquecimento	Subcategoria ou condição de classificação	Eficiência mínima	Procedimento Teste
Condicionadores de ar resfriados a ar	$\geq 19 \text{ kW e } < 40 \text{ kW}$	Resistência elétrica	Split e unitário	3,02 COP	AHRI 340/360
		Outros	Split e unitário	2,96 COP	
	$\geq 40 \text{ kW e } < 70 \text{ kW}$	Resistência elétrica	Split e unitário	2,84 COP	
		Outros	Split e unitário	2,78 COP	
	$\geq 70 \text{ kW e } < 223 \text{ kW}$	Resistência elétrica	Split e unitário	2,78 COP 2,84 IPLV	
		Outros	Split e unitário	2,72 COP 2,78 IPLV	

continua

Tipo de equipamento	Capacidade	Tipo de aquecimento	Subcategoria ou condição de classificação	Eficiência mínima	Procedimento Teste
Condicionadores de ar resfriados a ar	≥ 223 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	2,70 COP 2,75 IPLV	AHRI 340/360
		Outros	Split e unitário	2,64 COP 2,69 IPLV	
Condicionadores de ar resfriados a água	≥ 19 kW e < 40 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	3,37 COP	
		Outros	Split e unitário	3,31 COP	
	≥ 40 kW e < 70 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	3,22 COP	
		Outros	Split e unitário	3,16 COP	
	≥ 70 kW	Resistência elétrica	Split e unitário	2,70 COP 3,02 IPLV	
		Outros	Split e unitário	2,64 COP 2,96 IPLV	

Fonte: Skalko et al (2013).

Tabela vi – Eficiência mínima para resfriadores de líquido para classificação no nível C.

Tipo de equipamento	Capacidade	Eficiência mínima	Procedimento teste
Condensação a ar, com condensador	Todas	2,80 COP 3,15 IPLV	AHRI 550/590
Condensação a ar, sem condensador	Todas	3,10 COP 3,45 IPLV	
Condensação a água (compressor alternativo)	Todas	4,20 COP 5,05 IPLV	

continua

Tipo de equipamento	Capacidade	Eficiência mínima	Procedimento teste
Condensação a água (compressor do tipo parafuso ou scroll)	< 528 kW	4,45 COP 5,20 IPLV	AHRI 550/590
	≥ 528 e < 1.055 kW	4,90 COP 5,60 IPLV	
	≥ 1.055 kW	5,50 COP 6,15 IPLV	
Condensação a água (compressor centrífugo)	< 528 kW	5,00 COP 5,25 IPLV	
	≥ 528 e < 1.055 kW	5,55 COP 5,90 IPLV	
	≥ 1.055 kW	6,10 COP 6,40 IPLV	
Absorção a ar, de simples efeito	Todas	0,60 COP	AHRI 560
Absorção a água, de simples efeito	Todas	0,70 COP	
Absorção a água, de duplo efeito e acionamento indireto	Todas	1,00 COP 1,05 IPLV	
Absorção a água, de duplo efeito e acionamento direto	Todas	1,00 COP 1,00 IPLV	

Fonte: Skalko et al (2013).

Tabela vii – Eficiência mínima de condicionadores de ar para classificação no nível D.

Tipo de equipamento	Capacidade	Tipo de aquecimento	Subcategoria ou condição de classificação	Eficiência mínima	Procedimento Teste
Condicionadores de ar resfriados a ar	≥ 19 kW e < 40 kW	Todos	Split e unitário	2,61 COP	AHRI 210/240
	≥ 40 kW e < 70 kW	Todos	Split e unitário	2,494 COP	AHRI 340/360
	≥ 70 kW e < 223 kW	Todos	Split e unitário	2,49 COP 2,20 IPLV	
	≥ 223 kW	Todos	Split e unitário	2,40 COP 2,20 IPLV	
Condicionadores de ar resfriados a água	≥ 19 kW e < 40 kW	Todos	Split e unitário	3,08 COP	AHRI 210/240
	≥ 40 kW e < 70 kW	Todos	Split e unitário	2,81 COP	AHRI 340/360
	≥ 70 kW	Todos	Split e unitário	2,64 COP 2,96 IPLV	

Fonte: Skalko et al (2013).

Tabela viii – Eficiência mínima de resfriadores de líquido para classificação no nível D.

Tipo de equipamento	Capacidade	Eficiência mínima	Procedimento teste
Condensação a ar, com condensador	< 528 kW	2,70 COP 2,80 IPLV	AHRI 550/590
	≥ 528 kW	4,90 COP 5,60 IPLV	
Condensação a ar, sem condensador	Todas	3,10 COP 3,20 IPLV	
Condensação a água (compressor parafuso e scroll)	< 528 kW	3,80 COP 3,90 IPLV	
	≥ 528 e < 1.055 kW	4,20 COP 4,50 IPLV	
	≥ 1.055 kW	5,20 COP 5,30 IPLV	

continua

Tipo de equipamento	Capacidade	Eficiência mínima	Procedimento teste
Condensação a água (compressor alternativo)	Todas	3,80 COP 3,90 IPLV	AHRI 550/590
Condensação a água (compressor centrífugo)	< 528 kW	3,80 COP 3,90 IPLV	
	≥ 528 e < 1.055 kW	4,20 COP 4,50 IPLV	
	≥ 1.055 kW	5,20 COP 5,30 IPLV	

Fonte: Skalko et al (2013).

ANEXO V – RELATÓRIO DE INSPEÇÃO DO HOTEL GJP LINX-PRODIGY



Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E



Relatório de Inspeção nº 0342/16

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

Página 1 de 26

HOTEL GJP LINX-PRODIGY



1 SOLICITANTE: GJP ADMINISTRADORA DE HOTÉIS LTDA

Razão social: GJP Administradora de Hotéis LTDA

CNPJ/CPF: 07.687.928/0020-06

Endereço: Rod. LMG 8002 km 7,9, S/N. Aeroporto Int. Tancredo Neves

Cidade/UF: Confins / MG

CEP: 33500-900

2 EDIFÍCIO: HOTEL GJP LINX-PRODIGY

2.1 DADOS DA EDIFICAÇÃO

Endereço: Rod. LMG 800 km 7,9, S/N. Aeroporto Int. Tancredo Neves

Cidade/UF: Confins / MG

CEP: 33500-900

2.2 DADOS DA INSPEÇÃO DE EDIFÍCIO CONSTRUÍDO

Data da solicitação da etiquetagem: 13/11/2015

Data do início da inspeção: 03/12/2015

Data da Inspeção em campo: 8 e 9/12/2015

Data da ENCE de Projeto: -

OIA responsável: Fundação CERTI – OIA001

3 DADOS DAS ÁREAS AVALIADAS

ENCE Geral: Edificação Completa

Envoltória: Edificação Completa

Sistema de Iluminação: Edificação Completa

Sistema de Condicionamento de Ar: Edificação Completa. Sistema implantado: Condicionadores de ar não regulamentados e sistema VRF.

O Organismo de Inspeção de Eficiência Energética em Edificações da Fundação CERTI é acreditado pela Cgcre do Inmetro para realizar inspeções da etapa de Projeto e do Edifício Construído.

Este relatório foi emitido em formato digital. Seja eficiente, pense antes de imprimir!

O nível de eficiência da edificação pode ser confirmado no sítio do Inmetro (<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp>)

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis – SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

nº 0342/16

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

Página 2 de 26

4 RESUMO EXECUTIVO DA INSPEÇÃO DA ED. CONSTRUÍDA



A edificação HOTEL GJP LINX-PRODIGY foi avaliada para a etapa de Edificação Construída com inspeção pelo método Prescritivo. Nesta etapa a edificação é avaliada de acordo com parâmetros definidos pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações (PBE-Edifica).

Na avaliação pelo método prescritivo o nível de eficiência da edificação é determinado a partir dos limites estabelecidos nos regulamentos para cada sistema, além de atender os pré-requisitos para o nível atingido. O nível final é determinado a partir da classificação dos três sistemas.

A inspeção foi realizada para emissão da ENCE Geral, com avaliação dos sistemas: envoltória, iluminação, condicionamento de ar, aquecimento de água e bonificação de uso racional de água.

Abaixo estão descritos os resultados da inspeção de forma resumida, o Capítulo 8 traz o detalhamento da inspeção.

4.1 ENVOLTÓRIA – NÍVEL C

A edificação avaliada é composta por uma torre de 11 pavimentos, com área de 8.982,13 m², está localizada na cidade de Confins, de Zona Bioclimática 02, possui aberturas voltadas para três orientações solares (norte, sul e leste) e sem proteções solar. A partir do cálculo do índice de consumo a envoltória da edificação pode obter nível A, desde que atenda também os pré-requisitos para este nível.

4.1.1 Pré-requisitos da Envoltória:

4.1.1.1 Aberturas zenitais – Atende nível A

A edificação não possui aberturas zenitais, portanto atende ao pré-requisito.

4.1.1.2 Transmissância Térmica

a. Transmissância térmica da cobertura – Atende nível C

A edificação possui transmissância térmica da cobertura das áreas condicionadas igual a 0,56 W/m²K, das áreas não condicionadas igual a 1,78 W/m²K, resultando em uma transmissância média da cobertura de 0,98 W/m²K. A partir destes dados a edificação pode obter no máximo nível C.

b. Transmissância térmica da parede - Atende nível B

A edificação possui transmissância térmica das paredes igual a 1,73 W/m²K, atendendo assim ao pré-requisito para nível B.

c. Sugestões de melhoria - transmissância térmica:

- Diminuir a transmissância térmica das coberturas voltadas para o exterior.

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis – SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



**Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E**



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

Página 3 de 26

4.1.1.3 Absortância Solar

a. Absortância solar da cobertura - Atende nível C

A edificação possui absortância solar média da cobertura maior que 0,5. Desta forma, a edificação não atende a este pré-requisito e pode obter no máximo nível C.

b. Absortância solar da parede - Atende nível B

A edificação possui absortância solar média das paredes maior que 0,5. Desta forma, a edificação não atende a este pré-requisito e pode obter no máximo nível B.

c. Sugestões de melhoria – Absortância solar:

- Diminuir a absortâncias das parede e coberturas voltadas para o exterior.

4.2 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO – NÍVEL A

A avaliação do sistema de iluminação engloba a edificação completa e foi avaliado pelo Método da área. Neste método, a edificação é avaliada através da comparação da potência instalada no sistema de iluminação, com o limite estabelecido para a função da edificação. A partir da comparação entre a potência instalada e a potência limite o sistema de iluminação obteve nível A.

Não conformidades e ações corretivas:

- Durante a inspeção em campo verificou-se que alguns ambientes não estavam com o sistema de iluminação instalado (alguns quartos e restaurante);
- O solicitante enviou fotografias comprovando a instalação do restante das luminárias, assim como documento fiscal de compra das luminárias/mobiliários do restaurante.

4.2.1 Pré-requisitos do Sistema de Iluminação:

O sistema de iluminação possui três pré-requisitos, descritos abaixo, que são avaliados por ambiente:

- Divisão de circuitos:** Cada ambiente fechado deve possuir pelo menos um dispositivo de controle manual para o acionamento independente da iluminação interna do ambiente. Ambientes com área superior a 250 m² devem possuir dispositivos de controle independentes para:
 - Área de até 250 m² para ambientes com área entre 250 m² e
 - Área de até 1000 m² para ambientes maiores que 1000 m².
- Contribuição da luz natural:** ambientes com aberturas voltadas para o exterior ou para átrio não coberto ou de cobertura translúcida devem possuir um controle instalado para o acionamento independente da fileira de luminárias mais próxima à abertura.
- Desligamento automático:** ambientes maiores que 250 m² devem possuir um dispositivo de controle automático para desligamento da iluminação.

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis - SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



**Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E**



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

nº 0342/16

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

Página 4 de 26

4.2.1.1 Pré-requisitos para nível A:

Para obter nível A é necessário que o ambiente atenda os três pré-requisitos. Dos ambientes avaliados na edificação, 492 atendem nível A, correspondendo a 84,2% da potência instalada.

4.2.1.2 Pré-requisitos para nível B:

Para obter nível B é necessário que o ambiente atenda aos pré-requisitos de divisão de circuitos e contribuição de luz natural. Dos ambientes restantes, nenhum atende apenas nível B.

4.2.1.3 Pré-requisitos para nível C:

Para obter nível C é necessário que o ambiente atenda ao pré-requisito de divisão de circuitos. Dos ambientes que não atendem nível A ou B, 17 atendem apenas nível C, correspondendo a 12,9% da potência instalada.

4.2.1.4 Não atendem aos Pré-requisitos - nível D:

Os ambientes que não atendem ao pré-requisito de divisão de circuitos obtêm no máximo nível D. Dos ambientes avaliados 1 se encaixa nesta categoria, correspondendo a 2,9% da potência instalada.

4.3 SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR – NÍVEL B

A avaliação do sistema de condicionamento de ar engloba o Edificação Completa e possui 4.501,11 m² de área condicionada e 174,4 m² de área de permanência prolongada ventilada naturalmente (ambientes que são exceção à comprovação de conforto). O sistema é composto por Condicionadores não etiquetados e Condicionadores não etiquetados - Sistema VRF.

Não conformidades e ações corretivas:

- Durante a inspeção in loco foram verificadas algumas divergências em relação ao projeto encaminhado para avaliação:
 - Na entrada da DOCA foi instalado equipamento com potência maior que especificado em projeto;
 - Na Copa do 10º Pavimento foi instalado equipamento com potência maior (22.000 Btu/h) que o especificado em projeto.
- O solicitante verificou que o equipamento de 18.000 Btu/h, destinado a copa, não foi instalado em outro local da edificação.
- O solicitante encaminhou o projeto *as built*, para conferência destas alterações.

4.3.1 Pré-requisitos do Sistema de Condicionamento de Ar:

4.3.1.1 Sistema de Aquecimento de Ar – Não se aplica

A edificação não possui equipamentos de aquecimento de ar.

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras – CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis – SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



**Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E**



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

Página 5 de 26

4.3.1.2 Isolamento Térmico – Não atende o Pré-Requisito

A edificação possui isolamento térmico em todo o sistema, mas não atende as espessuras mínimas definidas pelo Regulamento Técnico. Assim, poderá obter no máximo nível B.

Para atender o pré-requisito de isolamento térmico é necessário:

- Aumentar o isolamento térmico das tubulações, atendendo as espessuras mínimas descritas na Tabela 5.2 do regulamento vigente.

4.4 INSPEÇÃO GERAL – NÍVEL A

A edificação foi avaliada para emissão da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) Geral, processo onde os três sistemas são avaliados e suas classificações ponderadas. Os sistemas da edificação avaliada obtiveram as classificações descritas nos itens acima, além de 1,0 ponto de bonificação. Assim, através da ponderação a edificação obtém A, desde que atenda também os pré-requisitos para este nível.

4.4.1 Pré-Requisitos Gerais:

4.4.1.1 Circuitos elétricos – Não se Aplica

As edificações devem possuir circuito elétrico separado por uso final ou possuir equipamentos que possibilitem a medição.

Observações: pré-requisito aplicável apenas para edificações construídas após 2009, data de lançamento da primeira versão do RTQ-C.

Este pré-requisito não se aplica, uma vez que o hotel possui desligamento automático nos quartos.

4.4.1.2 Aquecimento de água – Atende nível A

Edificações com elevada demanda de água quente devem possuir sistema de aquecimento de água eficiente.

A edificação possui os seguintes sistemas de aquecimento de água: Sistema de aquecimento solar e aquecedores a gás tipo instantâneo, podendo obter nível A.

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis – SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



**Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E**



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

nº 0342/16

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

Página 6 de 26

5 PROCEDIMENTOS DE INSPEÇÃO

- 5.1 PI: Inspeção de E. E. E. Comercial – Envolória - Método Prescritivo - PI-001
- 5.2 PI: Inspeção de E. E. E. Comercial – Sistema de Iluminação - Método Prescritivo - PI-002
- 5.3 PI: Inspeção de E. E. E. Comercial – Sistema de Cond. de Ar - Método Prescritivo - PI-003
- 5.4 PI: Inspeção de E. E. E. Comercial – Geral - Método Prescritivo - PI-005

6 NORMAS DE REFERÊNCIA

- 6.1 Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos. RTQ-C: Portaria nº 372, de 17 de setembro de 2010, Portaria nº 17 de 16 de janeiro de 2012, Portaria nº 299, de 19 de junho de 2013.
- 6.2 Requisitos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética de Edificações. RAC: Portaria nº 50, de 01 de fevereiro de 2013.
- 6.3 Consideração para ambientes de permanência prolongada não condicionados com geração de calor e/ou frio. Nota Técnica nº 10, de 20 de maio de 2015.

7 PADRÕES UTILIZADOS (SMP)

- 7.1 Trena de Fibra de Vidro de 30 m – Nº Registro (CERTI): RC 6437
Incerteza de Medição: 0,011 m
Rastreabilidade Metrológica: Certificado de Calibração CERTI 0463/15, de 26/02/15, válido até 02/16.
- 7.2 Trena Laser – Nº Registro (CERTI): RC 7590
Incerteza de Medição: 0,004 m
Rastreabilidade Metrológica: Certificado de Calibração CERTI 2650/15, de 19/08/15, válido até 08/16.
- 7.3 Trena – Nº Registro (CERTI): RC 7591
Incerteza de Medição: 0,001 m
Rastreabilidade Metrológica: Certificado de Calibração CERTI 3016/15, de 16/09/15, válido até 09/16.
- 7.4 Espectrômetro de Refletância – Nº Registro (CERTI): RC 8048.
- 7.5 Padrão de Referência de Absortância – Nº Registro (CERTI): ER-001A
Incerteza de Medição: 2%
Rastreabilidade Metrológica: Certificado de Calibração LFFS/UFSC LFFS 0001/15, de 02/09/15, válido até 09/19.
- 7.6 Bússola – Nº Registro (CERTI): RC 8524.

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis – SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



**Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E**



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

Página 7 de 26

8 DETALHAMENTO DA AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA

8.1 ENVOLTÓRIA

8.1.1 Dados Declarados

Para avaliação do projeto, o solicitante pode enviar o levantamento de dados de algumas informações. Estes são verificados amostralmente pelo OI3E, conforme determinado no RAC. A tabela abaixo informa quais dados foram declarados e se foram utilizados na inspeção.

Tabela 1 – Dados declarados pelo solicitante

Dados	Declarado pelo solicitante	Utilizado pelo OI3E	Observações
Área total	Sim	Não	Os valores declarados têm diferença maior que a tolerância estabelecida pelo RAC. Áreas levantadas pelo OI3E.
Volume da edificação			
Área de fachadas	Sim	Sim	Utilizados os valores enviados pelo cliente
Área de cobertura			
Aberturas	Sim	Não	Utilizados os valores levantados em campo
Relação paredes e coberturas	Sim	Sim	Utilizados os materiais listados pelo cliente.

8.1.2 Indicador do Consumo (IC)

8.1.2.1 Orientação solar:

A edificação possui fachada principal voltada para Norte, com azimute de 319,1°.

8.1.2.2 Aberturas Verticais:

A edificação possui 391,36 m² de área de aberturas verticais, com fator solar médio igual a 0,43, resultado em um Percentual de Abertura na Fachada total (PAF_T) igual a 7,74%. A edificação não possui aberturas voltadas para a fachada Oeste.

Na inspeção em campo verificou-se uma amostra de 20% da área de abertura apresentada em projeto. As aberturas verificadas em campo estão listadas na tabela abaixo. Para o cálculo do PAF foram consideradas as aberturas levantadas em projeto e as levantadas em campo quando estas possuírem uma diferença maior que 5%.

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis - SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

Página 8 de 26

Tabela 2 – Aberturas verificadas em campo

Abertura	Ambiente	Área de abertura Edifício construído (m²)
J13	Descanso funcionários	1,03
J07	Lobby	16,84
J06	Lobby	79,47
J01 (x7)	Dormitórios	0,82
J20 (x12)	Dormitórios	0,82
J20	Sala de manutenção	0,82
J20	Convenções	0,84

Fotografias



J07 – Lobby

J07 - Lobby



J01 e J20 - Dormitórios



J20 - Convenções



J13 – Descanso funcionários

8.1.2.3 Ângulo Vertical de Sombreamento (AVS):

A edificação não possui ângulos de sombreamento.

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis – SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

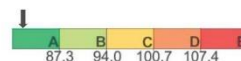
Página 9 de 26

8.1.2.4 Cálculo do Indicador do Consumo (IC)

O IC é calculado com base na forma, aberturas e proteções solares da edificação, considerando a Zona Bioclimática da edificação. Abaixo tabela com os dados finais utilizados para o cálculo:

Tabela 3 – Dados para cálculo do IC

Parâmetros	Valor	Unidade
Zona Bioclimática	02	Adimensional
Área de projeção do edifício (A_{PE})	816,56	m ²
Área de envoltória (A_{Env})	5.956,97	m ²
Volume Total (V_{Tot})	29.540,75	m ³
Área de projeção da cobertura (A_{PCob})	930,39	m ²
Área total (A_{Tot})	8.982,13	m ²
Fator de Forma (FF)	0,20	Adimensional
Fator Altura (FA)	0,10	Adimensional
Percentual de Abertura na Fachada (PAF)	7,7%	%
Fator Solar (FS)	0,43	Adimensional
Ângulo Vertical de Sombreamento (AVS)	0,00	Graus
Ângulo Horizontal de Sombreamento (AHS)	0,00	Graus
Índice de Consumo (IC) – Edifício Construído	82,28	



8.1.3 Pré-Requisitos

8.1.3.1 Transmissância Térmica (U):

A partir do detalhamento das composições dos materiais que compõe a envoltória da edificação, verificou-se a transmissância térmica da cobertura e das paredes externas. A transmissância térmica é um pré-requisito para os níveis "A" a "D".

a. Cobertura

U_{cob} - Ambientes Condicionados = 0,56 W/m²K

Atende nível B



U_{cob} - Ambientes Não Condicionados = 1,78 W/m²K

Atende nível C



Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis - SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

Página 10 de 26

Tabela 4 – Transmitância térmica e composição das coberturas

Composição	U (W/m²K)	Cobertura de ambientes cond.	
		Sim	Não
Proteção mecânica (0,10 m) e Laje concreto (0,20 m)	2,62		X
Proteção mecânica (0,10 m), Laje concreto (0,20 m), Câmara de ar (0,24 m) e Forro (dupla camada gesso acartonado 0,0125 m e isolante 0,05 m)	0,56	X	X
Proteção mecânica (0,10 m), Laje concreto (0,20 m), Câmara de ar (0,24 m) e Forro de gesso acartonado (0,0125 m)	1,59		X
Proteção mecânica (0,10 m), Laje concreto (0,20 m), Câmara de ar (0,37 m) e Forro de PVC	1,45	X	

b. Paredes Externas

$U_{par} = 1,73 \text{ W/m}^2\text{K}$ Atende nível B



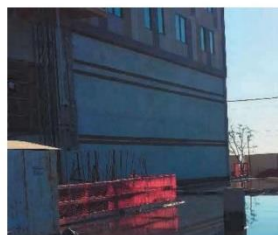
Tabela 5 – Transmitância térmica e composição das paredes

Composição	U (W/m²K)
Alvenaria com tijolos cerâmicos de 06 furos de 21cm, com espessura final de 25 cm	1,70
Pilar concreto 21 cm, com espessura final de 25cm	3,08
Gesso acartonado, Lã de vidro, Gesso acartonado, câmara de ar e placa de concreto de 10 cm.	0,65

c. Fotografias



Cobertura



Composição da parede



Composição da parede

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis – SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

Página 11 de 26

8.1.3.2 Absortância Solar (α)

A partir do detalhamento das composições dos materiais e cores que compõem a envoltória da edificação, verificou-se a absortância solar da cobertura e das paredes externas. A absortância solar é um pré-requisito para os níveis "A" e "B".

a. Cobertura

$\alpha_{cob} = 0,7$

Atende nível C



Tabela 6 – Absortância solar e revestimento das coberturas

Revestimento	α
Laje Impermeabilizada em concreto aparente	0,70

b. Paredes Externas

$\alpha_{par} > 0,5$

Atende nível B



Tabela 7 – Absortância solar e revestimento das paredes

Revestimento	α
Painel de vedação de concreto - Cor Branca	0,50
Painel de vedação de concreto - Cor Cinza Claro	0,57
Painel de vedação de concreto - Cor Cinza Escuro	0,87
Painel de vedação de concreto - Cor Verde	0,66
Massa Texturizada - concreto escuro	0,86

c. Fotografias



Laje em concreto aparente



Fachada principal



Fachada lateral

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis - SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



**Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E**



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

nº 0342/16

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

Página 12 de 26

8.1.3.3 Percentual de Abertura Zenital (PAZ)

Através de informações em relação às aberturas com ângulo menor que 60° em relação ao plano horizontal, calcula-se o percentual de abertura zenital (PAZ). Compara-se o PAZ e FS com os valores limites presente no RTQ-C. O PAZ é um pré-requisito para os níveis de eficiência "A" e "B".

A edificação não possui aberturas zenitais.

8.1.4 Classificação da Envoltória:

A partir do índice de consumo e do atendimento aos pré-requisitos da envoltória obteve-se a seguinte classificação:

EqNumEnv: 3,0

NÍVEL: C

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras – CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis – SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

Página 13 de 26

8.2 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

8.2.1 Dados do Edifício:

Parcela do Edifício Avaliada: Edificação Completa

Método: Método da área

8.2.2 Dados Declarados

Para avaliação do projeto o solicitante pode enviar o levantamento de dados de algumas informações. Estes são verificados amostralmente pelo OI3E, conforme determinado no RAC. A tabela abaixo informa quais dados foram declarados e se estes foram utilizados na inspeção.

Tabela 8 – Dados declarados pelo solicitante

Dados	Declarado pelo solicitante	Utilizado pelo OI3E	Observações
Área Útil	Sim	Parcial	Os ambientes que não estavam listados na declaração foram levantados pelo OI3E.
Atividades (ambiente ou principal)	Sim	Sim	Utilizados os valores enviados pelo cliente

8.2.3 Avaliação do Sistema de Iluminação

8.2.3.1 Método da área do edifício

Tabela 9 – Potência instalada para cada atividade principal

Atividades	Área (m²)	Potência instalada (W)	Potência Limite (W)			
			Nível A	Nível B	Nível C	Nível D
Função 1: Hotel	8.280,51	58.808,53	89.429,46	102.678,27	115.927,08	130.003,94
Função 2:	-	-	-	-	-	-
Função 3:	-	-	-	-	-	-
Total	8.280,51	58.808,53	89.429,46	102.678,27	115.927,08	130.003,94
EqNum	5,00		A	B	C	D



8.2.4 Pré-Requisitos

Todos os ambientes avaliados deverão atender aos pré-requisitos exigidos pelo nível A, conforme EqNum atingido pelo sistema de iluminação.

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis - SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



**Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E**



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

nº 0342/16

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

Página 14 de 26

8.2.4.1 Nível A:

492 ambientes atendem aos pré-requisitos: Divisão de Circuitos; Contribuição da Luz Natural e Desligamento automático. Estes ambientes possuem uma potência de 49.521,71 W.

8.2.4.2 Nível B:

Nenhum ambiente atende apenas este nível.

8.2.4.3 Nível C:

17 ambientes não atendem ao pré-requisito de contribuição de luz natural. Estes ambientes possuem uma potência de 7.558,82 W. Os ambientes que não atendem este pré-requisito estão listados na Tabela 10.

8.2.4.4 Nível D:

1 ambiente não atende ao pré-requisito de Divisão de Circuitos, podendo atingir no máximo nível D. Este ambiente possui uma potência de 1.728,00 W. Este ambiente está listado na Tabela 10. O estacionamento não possui o acionamento separado por áreas menores que 250 m².

8.2.4.5 Relação de ambientes sem atendimento aos pré-requisitos:

A tabela abaixo lista os ambientes sem atendimento aos pré-requisitos para o nível A

Tabela 10 – Ambientes que não atendem aos pré-requisitos.

Ambiente	Divisão de Circuitos	Contribuição de Luz Natural	Desligamento Automático	Nível Máximo
Subsolo 1 - Estacionamento	Não	N/A	Sim	D
Térreo - Lavanderia	Sim	Não	N/A	C
Térreo - Descanso Funcionários	Sim	Não	N/A	C
Térreo - Administração	Sim	Não	N/A	C
2º Pavimento - Restaurante	Sim	Não	N/A	C
2º Pavimento - Refeitório	Sim	Não	N/A	C
10º Pavimento - Convenções	Sim	Não	N/A	C
10º Pavimento - Foyer	Sim	Não	N/A	C
10º Pavimento - Circulação Social e Hall de Elevadores	Sim	Não	N/A	C
10º Pavimento - Sala de Reunião 1	Sim	Não	N/A	C
10º Pavimento - Sala de Reunião 2	Sim	Não	N/A	C
10º Pavimento - Sala de Reunião 3	Sim	Não	N/A	C
10º Pavimento - Sala de Reunião 4	Sim	Não	N/A	C
10º Pavimento - Depósito	Sim	Não	N/A	C
10º Pavimento - Sanitário Feminino	Sim	Não	N/A	C
10º Pavimento - Sanitário Masculino	Sim	Não	N/A	C
10º Pavimento - Copa	Sim	Não	N/A	C
10º Pavimento - Sala de Manutenção	Sim	Não	N/A	C

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis - SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



**Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E**



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

Página 15 de 26

8.2.5 Verificação em Campo

Na inspeção em campo verificou-se uma amostra de 12,5% da área verificada para o sistema de iluminação. Os ambientes verificados em campo estão listados na tabela abaixo, para o cálculo da potência instalada foram consideradas as potências levantadas em projeto e as levantadas em campo quando estas possuírem uma diferença maior que 2%. O atendimento aos pré-requisitos é considerado aquele levantado em campo.

Tabela 11 – Potência instalada e atendimentos aos pré-requisitos verificados em campo.

Ambiente	DPI _{campo} (W/m²)	Divisão de Circuitos	Contribuição de Luz Natural	Desligamento Automático
Subsolo 1 - Área Técnica	8,21	Sim	N/A	N/A
Subsolo 1 - Depósito Da Rouparia	4,36	Sim	N/A	N/A
Térreo - RH	8,57	Sim	N/A	N/A
Térreo - Circulação de Serviço e Operação	3,28	Sim	N/A	N/A
Térreo - Apoio Cozinha	5,38	Sim	N/A	N/A
Térreo - Vestiários Femininos Funcionários	10,40	Sim	N/A	N/A
Térreo - Gerência	2,75	Sim	Sim	N/A
Térreo - Sanitário Feminino	13,43	Sim	N/A	N/A
Térreo - CPD	6,37	Sim	N/A	N/A
3º Pavimento - Hall de Elevador Serviço	1,88	Sim	N/A	N/A
3º Pavimento - Circulação entre Quartos	5,43	Sim	N/A	N/A
3º Pavimento - Hall de Elevadores Sociais	11,69	Sim	N/A	N/A
3º Pavimento - Rouparia	9,84	Sim	N/A	N/A
3º Pavimento - Carrinhos	2,16	Sim	N/A	N/A
4º Pavimento - Circulação entre Quartos	5,43	Sim	N/A	N/A
6º Pavimento - Depósito	9,17	Sim	N/A	N/A
6º Pavimento - Rack	14,71	Sim	N/A	N/A
Apartamento 3 Estrelas – Dormitório	2,14	Sim	N/A	N/A
Apartamento 3 Estrelas - Banheiro	33,56	Sim	N/A	N/A
7º Pavimentos - Hall de Elevadores Sociais	11,69	Sim	N/A	N/A
5º Pavimento - Rouparia	0,87	Sim	N/A	N/A
Apartamento 4 Estrelas – Dormitório	1,41	Sim	N/A	N/A
Apartamento 4 Estrelas – Banheiro	43,39	Sim	N/A	N/A
9º Pavimento - Fitness	1,61	Sim	N/A	N/A
10º Pavimento - Convenções	7,37	Sim	Não	N/A
10º Pavimento - Sala De Reunião 3	8,41	Sim	Não	N/A
10º Pavimento - Sala De Reunião 4	6,09	Sim	Não	N/A
Escada 02	6,35	Sim	N/A	N/A

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis - SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



**Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E**



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

Página 16 de 26

8.2.5.1 Sistema de Iluminação - Fotografias



Arandela com 1
lâmpada de 15W

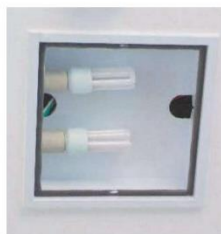
Lâmpada LED 6,5 W

Lâmpada arandelas quarto

Luminária rouparia



LED PHILIPS de 11 W



Luminária c/ 2 lâmp.
fluorescentes de 15W



Arandela – Pilares do Restaurante



Porta Quartos com
iluminação de Fita LED



Fita de LED



Lâmpada LED 5,5 W



Balizador em LED



Iluminação Hall Elevadores



Iluminação Lobby

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis – SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

Página 17 de 26

8.2.6 Conjuntos do Sistema de iluminação:

Tabela 12 – Lista de Conjuntos identificados na edificação

Conjunto de iluminação (Lâmpadas, reatores e fontes)	Potência conjunto (W)	Quantidade de luminárias
Luminária com 2 lâmpadas fluorescentes tubular T5 de 28 W e Reator Philips EL214-28A26	62	40
Arandela com lâmpada de 60 W	60	121
Lâmpada LED PHILIPS de 11 W	11	28
Luminária de embutir - lâmpada LED S.Star PAR16 5,5 W	5,5	1.104
Luminária de embutir - lâmpada LED AR111 12 W	12	71
Luminária com 2 lâmpadas fluorescentes de 15 W	30	157
Fita LED IP20 REMANCI 12 W	12	461,3 m
2 Fluorescente de 16 W	32	7
2 Fluorescente de 32 W	70	4
Arandela Restaurante	7	16
Ponto de iluminação	100	54
Arandela com lâmpada LED PHILIPS de 6,5 W	6,5	485
Luminária interlight (1xT5 de 14 W e 2x Dicroicas de 50 W)	116	175
Balizador Interlight 3911 WWW	2,5	192
Ponto LED dormitório	2	80
Luminária com 1 lâmpada fluorescentes de 15 W	15	13
Luminária de embutir - lâmpada LED 5 W	5	10
Lâmpada dicroica de 50 W	50	15

8.2.7 Classificação do Sistema de Iluminação

Considerando-se a potência instalada e os pré-requisitos, o sistema de iluminação obteve-se a seguinte classificação:

E_qNumDPI: 4,7

NÍVEL: **A**



Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis - SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

Página 18 de 26

8.3 SISTEMA DE CONDICIONAMENTO DE AR

Parcela do Edifício Avaliada: Edificação Completa

Área Condicionada (m²): 4.501,11 m²

Sistema utilizado: Equipamentos não regulamentados e tipo VRF.

8.3.1 Avaliação de sistemas de condicionamento de ar não regulamentados pelo INMETRO

8.3.1.1 Eficiência dos Condicionadores de Ar:

Tabela 13 - Lista de Equipamentos não regulamentados

Marca	Modelo Evaporadora / Condensadora	Capac.	Capac. (kW)	COP (W/W)	Nível	Qtde.
Hitachi	RPKIV22BB / RAAIV22BH	22.000,0 Btu/h	6,4	3,5	A	1
Hitachi	RPKIV22BB / RAAIV22BH	22.000,0 Btu/h	6,4	3,5	A	1
Hitachi	RVT200+RTC200 / RAP200E7IV	64,0 kW	64,0	3,0	C	1
Hitachi	RVT200+RTC200 / RAP200E7IV	64,0 kW	64,0	3,0	C	1
Hitachi	RAA060AIV	48.000,0 Btu/h	14,1	3,0	C	5
Hitachi	RAA050AIV	42.000,0 Btu/h	12,3	3,3	A	1
Hitachi	RPC 4,0 FSNSM3 / RAA040AIV	32.000,0 Btu/h	9,4	2,8	D	1
Hitachi	RPKIV18BH / RAAIV18BH	18.000,0 Btu/h	5,3	3,5	A	1
Hitachi	RPC 4,0 FSNSM3 / RAA040AIV	32.000,0 Btu/h	9,4	2,8	D	1
Hitachi	RPC 4,0 FSNSM3 / RAA040AIV	32.000,0 Btu/h	9,4	2,8	D	1
Hitachi	RAA040AIV	32.000,0 Btu/h	9,4	2,8	D	1
Hitachi	RPC 4,0 FSNSM3 / RAA040AIV	32.000,0 Btu/h	9,4	2,8	D	6

8.3.1.2 Condicionadores não etiquetados - Sistema VRF

Tabela 14 - Lista de Equipamentos do Sistema VRF

Marca	Modelo Condensadora	Capac. (kW)	COP (W/W)	Nível	Qtde.
Hitachi	RAS32FSNM7B1	90,0	3,2	A	1
Hitachi	RAS32FSNM7B1	90,0	3,2	A	1
Hitachi	RAS28FSNM7B1	78,0	3,5	A	1
Hitachi	RAS28FSNM7B1	78,0	3,5	A	1
Hitachi	RAS28FSNM7B1	78,0	3,5	A	1
Hitachi	RAS28FSNM7B1	78,0	3,5	A	1
Hitachi	RAS28FSNM7B1	78,0	3,5	A	1

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis - SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



**Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E**



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

Página 19 de 26

8.3.1.3 Fotografias



Condensadoras - Cobertura

8.3.1.4 Avaliação dos Requisitos para nível A:

a. Cálculo de Carga Térmica

Cumprido, conforme memorial.

b. Controle de Temperatura por Zona:

- Termostato por Zona: Cumprido, cada unidade evaporadora possui o seu termostato e atende a somente uma zona térmica.
- Faixa de Temperatura de Controle: Não se aplica, o sistema necessita de acionamento manual para escolha do modo refrigeração ou aquecimento.
- Aquecimento Suplementar: Não se aplica, o sistema não possui aquecimento suplementar.
- Aquecimento e Resfriamento Simultâneo: cumprido, o sistema não possui refrigeração e aquecimento simultâneos.

c. Sistema de Desligamento Automático:

Cumprido, a evaporadora de cada ambiente possui desligamento automático pelo cartão de acesso de cada quarto.

d. Isolamento de Zonas:

Cumprido, conforme apresentado nos projetos.

e. Controle e Dimensionamento do Sistema de Ventilação:

Não se aplica, nenhuma evaporadora possui potência de ventilação superior a 4,4 kW.

- Controles de Sistemas de Ventilação para Áreas com Altas Taxas de Ocupação: Não se aplica, não existe ambiente com alta taxa de ocupação.

f. Controles e Dimensionamento dos Sistemas Hidráulicos:

- Sistema de Vazão de Líquido Variável: Cumprido, o sistema é do tipo Fluxo de Refrigerante Variável.
- Isolamento de Bombas: Não se aplica ao sistema do tipo VRF.
- Controles de Reajuste da Temperatura de Água Gelada e Quente: Não se aplica ao sistema do tipo VRF.

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis - SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

Página 20 de 26

g. Equipamentos de Rejeição de Calor:

Não se aplica ao sistema do tipo VRF.

8.3.2 Eficiência do Sistema de Condicionamento de Ar

8.3.2.1 Sistemas apresentados:

Tabela 15 - Sistemas de condicionamento de ar

Sistemas	Capacidade [kW]	Equivalente Numérico
Condicionadores etiquetados pelo INMETRO	-	-
Condicionadores não etiquetados	322,64	2,8
Condicionadores não etiquetados - Sistema VRF	570,09	5,0
Resfriadores de Líquidos	-	-

8.3.2.2 EqNum: 4,2

O equivalente numérico apresentado acima se refere à classificação inicial do sistema de condicionamento de ar, sem a verificação do atendimento aos pré-requisitos.

8.3.3 Pré-Requisitos

8.3.3.1 Isolamento térmico das tubulações:

Não foi cumprido, pois as espessuras do isolamento térmico instaladas apresentam espessuras de 9 mm ou 13 mm e, portanto, não atende às espessuras mínimas exigidas para o nível A.

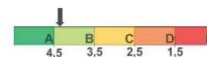
8.3.3.2 Condicionamento de ar por aquecimento artificial:

Não se aplica.

8.3.4 Classificação do Sistema de Condicionamento de Ar

EqNumCA: 4,2

NÍVEL: B



Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis - SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



**Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E**



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

Página 21 de 26

8.4 GERAL

Parcela do Edifício Avaliada: Edificação Completa

Atividades Principais: Hotel

8.4.1 Pré-Requisitos Gerais

8.4.1.1 Circuitos Elétricos

Este pré-requisito não se aplica a hotéis que possuam desligamento automático dos quartos, podendo obter nível A.

8.4.1.2 Aquecimento de Água

A edificação pode atingir no máximo nível A.

a. Isolamento das Tubulações

Isolamento 1: Tubex

Tipo de tubulação: Não Metálicas

Situação: atende os limites do RTQ-C

b. Aquecimento Solar:

Demanda: 40%

Possui coletores solares Solar Minas Suntime, com ENCE A.

c. Aquecimento a Gás do Tipo Instantâneo:

Demanda: 60%

ENCE-PBE: A

Possui 5 equipamentos modelo Rinnai REU-2402 FEH, Potência 53,7 kW e rendimento 84%

8.4.1.3 Pré-Requisitos Gerais - Fotografias



Economizador de energia EE02



Reservatórios Solar Minas



Coletores solares – Solar Minas

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis - SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

Página 22 de 26



Aquecedores a Gás – Rinnai



Isolamento térmico - Tubex



8.4.2 Bonificações (b): 1,0

Iniciativas que aumentem a eficiência da edificação podem receber até um ponto, na pontuação final.

8.4.2.1 Racionalização do Uso da Água – 0,98

Aplica-se a edificações com comprovação de economia de água pela utilização de sistemas economizadores, reuso de água ou captação de água pluvial.

Redução no consumo anual de água do edifício: 39%

Sistemas utilizados: equipamentos economizadores, água de reuso nas bacias sanitárias e água pluvial para jardins.

8.4.2.2 Aquecimento Solar de água – 0,57

Aplica-se a edificações que possuem alto consumo de água quente e utilizam sistema solar para aquecimento da água.

Fração Solar: 40%

8.4.2.3 Bonificações - Fotografias



Coletores Solares



Bacia Sanitária com dual Flush



Torneiras com arejadores

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis – SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

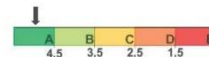
Página 23 de 26

8.4.3 Pontuação Total (PT)

A Pontuação total da edificação é calculada a partir da área condicionada, área não condicionada e a classificação dos sistemas descritos acima.

Tabela 16 – Dados para cálculo da PT

Parâmetros	Valor	Unidade
Área Útil (AU)	7.890,00	m²
Área Condicionada (AC)	4.501,11	m²
Área Não Condicionada (ANC)	174,40	m²
Área de Permanência Transitória (APT)	3.214,48	m²
Envoltória (EqNumEnv)	3,00	Adimensional
Sistema de Iluminação (EqNumDPI)	4,65	Adimensional
Sistema de Condicionamento de Ar (EqNumCA)	4,24	Adimensional
Ventilação Natural (EqNumV)	5,00	Adimensional
Bonificações (b)	1,00	Adimensional
Pontuação Total – Edifício Construído		5,38



8.4.4 Classificação Final

Considerando a Pontuação Total alcançada pela edificação e o atendimento aos pré-requisitos gerais a edificação obtém a seguinte classificação final:

Pontuação Total: 5,4

Nível: A

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis - SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



**Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E**



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

nº 0342/16

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

Página 24 de 26

9 ARQUIVOS UTILIZADOS

Nome do Arquivo	Data Recebimento
389-GJP-CNF- Matriz de Documentos Procel	16/11/2015
PedidoAvaliaçãoNívelEficiênciaEnergeticaFundCertiOC222147.pdf PedidoAvaliaçãoNívelEficiênciaEnergeticaFundCertiOC222148.pdf	09/11/2015
Solicitação de Etiquetagem.pdf	16/11/2015
Termo de Compromisso.pdf / Contrato Social.pdf	16/11/2015
ART - KN - Instalações Elétricas / ART - KN - Instalações Hidráulicas	16/11/2015
ART - NS - Ar Condicionado / ART - FO - Arquitetura	17/11/2015
habite_se.jpg	02/02/2016
1. Envolvória 2. Sistema de Iluminação 3. Sistema de Condicionamento de Ar 4. Pré Requisitos Gerais e Bonificações	03/12/2015
Email de 27/1/15 NF - LUMIVITA - 28dez2015.pdf	27/01/2016
Luminárias Apartamentos.jpg / Luminárias Lobby.jpg Luminárias Restaurante.jpg	22/01/2016
IMG_20160202_114814472.jpg / IMG_20160202_114832758.jpg IMG-20160201-WA0001.jpg / IMG-20160201-WA0002.jpg IMG-20160201-WA0003.jpg / IMG-20160201-WA0004.jpg IMG-20160201-WA0005.jpg	02/02/2016
4. Pré Requisitos Gerais e Bonificações	03/12/2015
389-BH-ARQ-001-LOC-R01.dwg / 389-EX-ARQ-001-SS-R15.dwg 389-EX-ARQ-002-TE-R12.dwg / 389-EX-ARQ-003-02P-R14.dwg 389-EX-ARQ-004-LT-R11.dwg / 389-EX-ARQ-005-03P-R11.dwg 389-EX-ARQ-006-04P_06P-R12.dwg / 389-EX-ARQ-007-05P_07P-R10.dwg 389-EX-ARQ-008-08P-R10.dwg / 389-EX-ARQ-009-09P-R10.dwg 389-EX-ARQ-010-10P-R14.dwg / 389-EX-ARQ-013-COB-R09	16/11/2015
389-EX-ARQ-014-CTAC-R07 / 389-EX-ARQ-015-CTB-R05	16/11/2015
389-EX-ARQ-016-FAN-R06 / 389-EX-ARQ-017-FAS-R05 389-EX-ARQ-018-FSN-R05	16/11/2015
389-EX-ARQ-101-CAIX-R09.dwg / 389-EX-ARQ-102-CAIX-R10.dwg 389-EX-ARQ-103-CAIX-R10.dwg / 389-EX-ARQ-104-CAIX-R11.dwg 389-EX-ARQ-105-CAIX-R11.dwg / 389-EX-ARQ-106-CAIX-R11.dwg 389-EX-ARQ-107-CAIX-R11.dwg / 389-EX-ARQ-109-CAIX-R01.dwg	16/11/2015
Declaração de Caracterização da Envolvória/ Declaração Sistema de Iluminação Declaração Sistema de Condicionamento de Ar	16/11/2015
389-PE-INF-EL-041-10P-R00-AB (R02).dwg	22/01/2016
389-ASBUILT-ARC-001(...) R00.dwg a 389-ASBUILT-ARC-004(...) R00.dwg 389-ASBUILT-ARC-006 (...) R00.dwg a 389-ASBUILT-ARC-008 (...) R00.dwg 389-ASBUILT-ARC-011(...) R00.dwg a 389-ASBUILT-ARC-016 (...) R00.dwg	22/01/2016

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis – SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



**Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E**



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

Data de emissão: 12/02/2016

nº 0342/16

Página 25 de 26

Nome do Arquivo (continuação)	Data Recebimento
389-EX-ARC-001-MD-R01.pdf HOTEL_AEROPORTO_TANCREDO_NEVES_-_3º_PAV_TIPO_Revisão_1.pdf a HOTEL_AEROPORTO_TANCREDO_NEVES_-_9º_PAV_TIPO_Revisão_1.pdf	16/11/2015
389-PE-INF-EL-001-A-1S-R06-AB.DWG / 389-PE-INF-EL-001-B-1S-R06-AB.DWG 389-PE-INF-EL-002-1S-R03.DWG 389-PE-INF-EL-003 (...) R06.DWG a 389-PE-INF-EL-006 (...) R06.DWG 389-PE-INF-EL-007-2P-R05-AB.DWG / 389-PE-INF-EL-008-2P-R05.DWG 389-PE-INF-EL-009-2P-R06.DWG / 389-PE-INF-EL-010-IN-R05-AB.DWG 389-PE-INF-EL-011-3P-R04.DWG / 389-PE-INF-EL-012-3P-R03.DWG 389-PE-INF-EL-013-3P-R04.DWG / 389-PE-INF-EL-014-4P-R03.DWG 389-PE-INF-EL-015-4P-R03.DWG / 389-PE-INF-EL-016-4P-R04.DWG 389-PE-INF-EL-017 (...) R05 (...) DWG a 389-PE-INF-EL-022 (...) R05.DWG 389-PE-INF-EL-023-IN-R02.DWG / 389-PE-INF-EL-024-IN-R04.DWG 389-PE-INF-EL-025-AT-R03.DWG / 389-PE-INF-EL-026-AT-R03.DWG 389-PE-INF-EL-027-AT-R04.DWG / 389-PE-INF-EL-028-CO-R03.DWG 389-PE-INF-EL-029-CO-R05.DWG / 389-PE-INF-EL-030-NA-R05-AB.dwg 389-PE-INF-EL-031-NA-R04.DWG / 389-PE-INF-EL-032-NA-R04.DWG 389-PE-INF-EL-033-NA-R06-AB.DWG / 389-PE-INF-EL-034-NA-R07-AB.DWG 389-PE-INF-EL-035-NA-R06.DWG / 389-PE-INF-EL-036-NA-R05.DWG 389-PE-INF-EL-037-NA-R07-AB.DWG / 389-PE-INF-EL-038-NA-R06-AB.DWG 389-PE-INF-EL-039-NA-R07-AB.DWG/ 389-PE-INF-EL-040-NA-R00.DWG 389-PE-INF-EL-042-10P-R00.DWG / 389-PE-INF-EL-043-10P-R00.DWG"	16/11/2015
389-PE-INF-EL-100-MD-R03 TES.pdf	26/11/2015
Certificado - Coletores Solares / Certificado - Reservatórios Térmicos	16/11/2015
389-PE-INF-HI-001-1S-R08 AB.dwg / 389-PE-INF-HI-002-TE-R09 AB.dwg 389-PE-INF-HI-003-2P-R07 AB.dwg / 389-PE-INF-HI-004-IN-R08 AB.dwg 389-PE-INF-HI-005-3P-R06 AB.dwg / 389-PE-INF-HI-006-4P-R06 AB.dwg 389-PE-INF-HI-007-4P-R07 AB.dwg / 389-PE-INF-HI-009-TI-R07 AB.dwg 389-PE-INF-HI-010-10-R01 AB.dwg / 389-PE-INF-HI-011-CO-R04.DWG 389-PE-INF-HI-012-NA-R06.DWG a 389-PE-INF-HI-015-NA-R06.DWG 389-PE-INF-HI-016-NA-R07.DWG a 389-PE-INF-HI-019-NA-R07.DWG	16/11/2015
389-PE-INF-HI-100-MD-R04 TES.pdf / 389-PE-INF-HI-200-MD-R02 TES.pdf	16/11/2015
389-PE-INF-HI-201-MD-R02.PDF	16/11/2015
Fechadura RFID Omnitec.pdf / Manual tecnico Economizador Modelo EE02.pdf	22/01/2016

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras - CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis - SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5



**Organismo de Inspeção de Eficiência
Energética em Edificações – OI3E**



Relatório de Inspeção

Edifícios Comerciais de Serviços e Públicos

Inspeção de Edificação Construída – Método Prescritivo

nº 0342/16

Data de emissão: 12/02/2016

Página 26 de 26

10 RESPONSABILIDADE DO PROPRIETÁRIO

- a. Cumprir com todas as condições estabelecidas no RAC e no RTQ-C;
- b. Arcar diretamente com as responsabilidades técnica, civil e penal relativas à edificação etiquetada/inspecionada;
- c. Comunicar ao OIA, no momento da solicitação da inspeção *in loco*, qualquer alteração que implique em mudanças na edificação entre as etapas de inspeção de projeto e inspeção *in loco*;
- d. Cumprir com as Normas Brasileiras aplicáveis e as disposições referentes à ENCE determinadas no RAC;
- e. Acatar e facilitar os trabalhos de inspeção e possíveis atualizações e conferência de dados executados pelos OIAs;
- f. Acatar as decisões tomadas pelo Inmetro, conforme as disposições do RAC, portaria nº 50/2013 do INMETRO;
- g. Zelar pela manutenção das características construtivas que garantiram o nível de eficiência descrito na ENCE obtida;
- h. Solicitar autorização para a publicidade, observando o disposto na Portaria Inmetro nº 179, de 16 de junho de 2009.
- i. Toda publicidade coletiva que implique reconhecimento oficial de assuntos relacionados com a ENCE é de competência do Inmetro. Não deve haver publicidade envolvendo a ENCE que seja depreciativa, abusiva, falsa ou enganosa, bem como em outros produtos, que não aqueles objetos da autorização de uso. A divulgação publicitária deve ser submetida à prévia análise de conteúdo pelo Inmetro através do e-mail pbe@inmetro.gov.br.

Mauricio Nath Lopes
Inspetor Responsável pelo Sistema de
Condicionamento de Ar

Greici Ramos
Inspetor Responsável pela Envolvória, Sistema de
Iluminação e avaliação Geral.
Gerente Técnico

Os resultados da inspeção deste relatório referem-se exclusivamente ao trabalho contratado. A CERTI autoriza a reprodução deste relatório, desde que qualquer cópia apresente seu conteúdo integral.

Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras – CERTI

Campus da Universidade Federal de
Santa Catarina - UFSC

Setor C
CEP: 88040-970
Florianópolis – SC
Caixa Postal 5053

Tel.: +48 3239 2146
Fax: +48 3239 2119
oi3e@certi.org.br
www.certi.org.br

Fundação CERTI
CNPJ 78.626.363/0001-24
Insc. Est. 251.378.241
Insc. Mun. 50.111-5